



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS.
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



MICHAEL GUIMARÃES DE SOUZA

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DO CARAMUJO AFRICANO
(*Achatina fulica*) NA CIDADE DE MANAUS

MANAUS

2020

MICHAEL GUIMARÃES DE SOUZA

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DO CARAMUJO AFRICANO
(*Achatina fulica*) NA CIDADE DE MANAUS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas (PPGEO-UFAM): área de concentração: Domínios da natureza, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dra. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque.

MANAUS

2020

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Souza , Michael Guimarães de
S729m Mapeamento das áreas de ocorrências do caramujo africano
(Achatina fulica) na cidade de Manaus / Michael Guimarães
de Souza . 2020
122 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Achatina fulica . 2. caramujo africano. 3. Manaus . 4. Geótopos.
5. Biogeografia . I. Albuquerque, Adoréa Rebello da Cunha.
II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

DEDICATÓRIA

Ao meu irmão, Mateus Guimarães de Souza (*in
memorian*), pelo companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho, em especial:

A Secretaria de Educação e Qualidade de Ensino – SEDUC/AM por acreditar na qualificação profissional continua e de qualidade.

A Universidade Federal do Amazonas-UFAM.

A todos os professores do departamento de geografia que contribuem de forma direta para a manutenção de um ensino superior de qualidade.

À Prof. Dra. Adorea Rebello, pela orientação, apoio e incentivo na realização deste trabalho e principalmente pela pessoa especial que demonstrou ser.

Ao meu pai, por me ensinar os caminhos da vida.

À minha mãe, por sempre acreditar na importância do estudo e por sempre me apoiar e me incentivar, principalmente por compreender, mesmo sem entender, as minhas escolhas.

As minhas irmãs, que, com certeza, sempre torcem por mim.

Aos meus sobrinhos que quase sempre faziam barulho, quando precisei de silêncio.

À professora Ana Mara Lachi, pela amizade e principalmente por dividir as madrugadas de discussões, aflições, trabalhos e vitórias conquistadas.

Ao Bruno Sarkis, pelas dicas que se tornaram valiosas na elaboração dos mapas.

À Ariel Rios pela amizade e por sempre se dispor a ajudar mesmo sem ter tempo.

EPÍGRAFE

Creio firmemente em uma lei de compensação.
As verdadeiras recompensas são sempre proporcionais
ao esforço e aos sacrifícios feitos.

Nikola Tesla.

RESUMO

O processo de introdução de uma nova espécie, em um ambiente externo ao de sua origem geográfica, pode desencadear a sua disseminação, mediante à inexistência de predadores naturais e ao favorecimento de um ambiente propício à sua sobrevivência. Essa introdução pode ocorrer por meios econômicos, quando a espécie nativa é substituída por outra, na busca por maior produtividade comercial, ou ainda acidentalmente, pelo transporte de mercadorias ou deslocamento de pessoas. Dessa forma, pode-se levar à extinção as espécies nativas, intensificando-se os prejuízos econômicos e acirrando-se os problemas de saúde pública. Nesse sentido, a presente dissertação teve como objetivo estudar as características biogeográficas da espécie *Achatina fulica* no ambiente urbano da cidade de Manaus, bem como identificar o seu ciclo biogeográfico e a relação deste com os fatores bióticos e abióticos. A esses objetivos, adicionou-se o mapeamento sobre a distribuição espacial do *Achatina fulica*, identificando-se as zonas da cidade de Manaus e as unidades de Geótopos onde se registrou a presença do molusco. A abordagem metodológica desta pesquisa incluiu: o levantamento bibliográfico para o referencial teórico, a observação e as coletas de campo para a obtenção de dados e georreferenciamento dos tipos de geótopos. Ademais, realizaram-se as medições morfométricas e a elaboração de mapas temáticos. Os resultados evidenciaram o mapeamento de 126 pontos de ocorrência em 32 bairros na cidade de Manaus, onde foi possível identificar as características de geótopos, com predominância ativa do molusco, em depósito de resíduos sólidos, bordas de fragmentos florestais urbanos, margens de rios, terrenos baldios, encostas com declive acentuado. O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) comprovou a estreita relação do molusco com ambientes de fragmentos florestais urbanos, nos quais há cobertura vegetal que lhe serve de abrigo, nos períodos mais quentes do ano. A densidade da espécie na cidade foi representada pelo uso e aplicação do Mapa de Kernel, que mostrou a Zona Centro Sul como a maior densidade populacional. A este resultado, pode-se incorporar que a unidade geomorfológica mais procurada pelo *A. fulica*, para seu abrigo, remeteu-se aos terrenos situados em curva de nível de 20.7 metros, próximos aos rios e canais, correspondente às áreas sujeitas às inundações periódicas. Todavia, registrou-se também a ocorrência desses indivíduos, em cotas altimétricas de 55 metros, associando-se à existência deste ambiente às nascentes e fragmentos florestais. Os dados climáticos anuais demonstram o favorecimento à sobrevivência da espécie mediante aos seguintes índices: temperatura de 28 C°, umidade relativa de 80% e precipitação pluviométrica de 17 mm. As características morfométricas relativas ao comprimento da concha, estudadas durante o período de um ano em 1.855 indivíduos, inferiram que a população de *Achatina fulica* na cidade de Manaus é classificada como uma população de indivíduos jovens, contudo, cabe resaltar que outros fatores podem ser relacionados às áreas com alta densidade da população do molusco, como a disponibilidade de alimento e possíveis predadores, não identificados, que podem ter efeitos importantes sobre a dinâmica populacional, regulando taxas de crescimento e as preferências por determinadas áreas da cidade de Manaus.

Palavras chave: *Achatina fulica*; Manaus; Geótopos; Biogeografia.

ABSTRACT

The introducing process of a new specie, in an external environment to its geographic origin, can initiate its spread, through the absence of natural predators and favoring a conducive environment to their survival. This introduction, can happen through economic ways, when the native specie is replaced by another, searching for a greater commercial productivity, or even accidentally, by goods' transport or displacement of people. From that, the native species can be extinct, intensifying the economic prejudices and aggravating the public health problems. In this way, the presents dissertation had as objective, study the biogeographic features of the specie *Achatina Fulica* on urban environment of Manaus City, likewise to identify its biogeographic cycle and its relation with biotic and abiotic factors. Was added to these objectives the *Achatina Fulica*'s spatial distribution mapping, therefore, identifying the areas of Manaus City and the Geotopic units where was registered the mollusk presence. The methodological approach of this search includes: the bibliographic survey to the theoretical reference, the observation and field collections for obtaining data and georeference of geotope types. Furthermore, were performed morphometric measurements and elaboration of thematic maps. The results evidenced a mapping with 126 occurrence points on 32 neighborhood in Manaus city, where it was possible identifying the geotopics features, with active mollusk predominance, on solid waste deposit, urban forestry fragments edges, river banks, wastelands, steep slope. The normalized difference vegetation index by (NDVI), prove the close mollusk relation with environments of urban forestry fragments, where the vegetal cover that serves as a shelter, in the hottest periods of the year. The density of the specie in the city, was represented by the use and application of the Kernel Map, that showed the Central South Zone being the highest populacional density. Can be incorporated into this result, that the geomorphological unit most wanted by *A. Fulica* to your shelter, referred to the lands located on a 20.7 meter level curve, near of rivers and canals, corresponding to the areas subject to periodic flooding. However, was also registered the occurrence of theses individuals, in altimetric dimensions of 55 meters, being associated to the existence of this environment with the springs and forestry fragments. The annual climatic data shows the favoring of the specie survival through the following temperature indices of 28°C, relative umidity of 80% and pluviometric precipitation of 17mm. The mophometric features relative to the shell lenght, studied over one year period in 1.855 individuals, inferred that the *Achatina fulica* population in Manaus city is ranked as a young individuals population. However, it's worth mentioning, that the other factors, can be related to the high density areas of mollusk population, like food availability and possible predators, undetected, that can have important effects over the populacional dynamic, regulating the growth rates and in the preferences for certain areas of Manaus city.

Keywords: *Achatina fulica*; Manaus; Geotopes; Biogeography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Mapa de Localização.....	16
Figura 2	Estimador de densidade de Kernel.....	19
Figura 3	Fórmula de Kernel.....	20
Figura 4	Ciclo de vida do <i>Angiostrongylus cantonensis</i>	31
Figura 5	Acúmulo de água em concha de <i>Achatina fulica</i>	33
Figura 6	Mapa da cidade de Londres (1854), ilustrando a distribuição da epidemia de cólera.....	36
Figura 7	Geossistema de Bertrand 1968.....	39
Figura 8	Biblioteca do Patrimônio da Biodiversidade. (História de Thomas Edward Bowdich).....	52
Figura 9	<i>Achatina fulica</i> (Bowdich, 1822), encontrado em Manaus durante os levantamentos de campo no bairro de Santo Antônio.....	54
Figura 10	Espécie de caracol gigante que vive nas florestas de Gana.....	55
Figura 11	Distribuição espacial do <i>Achatina fulica</i> pelo mundo.....	57
Figura 12	Os inspetores da Califórnia, Los Angeles, descobrem caramujos em uma carga de material de guerra da ilha de Guam, no Pacífico.....	58
Figura 13	<i>Eugladina rosea</i> - Ferrusac (1821).....	63
Figura 14	Mortalidade de <i>Achatina fulica</i> registrada nos dias em que a temperatura foi elevada e não ocorreu precipitação.....	68
Figura 15	Distribuição Espacial dos Geótopos para a Ocorrência <i>Achatina fulica</i>	70
Figura 16	Unidades de Geótopos para a ocorrência <i>Achatina fulica</i>	72
Figura 17	Geótopo bairro do São Raimundo, zona oeste. (a) ao lado do Parque Rio Negro (b) Espécie abrigada pela vegetação.....	73
Figura 18	Mapa de Índice de vegetação (NDVI) e presença de <i>Achatina fulica</i>	75
Figura 19	Mapa Hipsométrico e presença de <i>Achatina fulica</i>	77
Figura 20	Mapa de Kernel e presença de <i>Achatina fulica</i> em Manaus.....	79
Figura 21	Canal hidrográfico do bairro de Educandos na zona sul (a). Caramujo africano em áreas úmidas próximas às margens do canal (b).....	82
Figura 22	Mapa das áreas de ocorrência do caramujo africano e as condições de saneamento básico.....	84
Figura 23	Comportamento e adaptabilidade aos condicionantes climáticos.....	93
Figura 24	Fórmula do coeficiente de correlação de Pearson.....	94
Figura 25	Fotografia comparativa, indicando os pontos de medida da largura das conchadas espécies (a) <i>Achatina fulica</i> (b) <i>Achatina monochromatica</i>	98
Figura 26	Medições morfométricas. (a) medições de largura da concha de <i>Achatina fulica</i> (b) 350 indivíduos coletados no bairro Santo Antônio.....	99
Figura 27	Fórmula do desvio padrão.....	100

FLUXOGRAMA

Fluxograma 1	Etapas da Pesquisa.....	22
---------------------	-------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Sistema de classificação espacial das paisagens, com base em Bertrand 1968.....	41
Quadro 2	Classificações atribuídas às espécies exóticas.....	48
Quadro 3	Inimigos naturais da família <i>Achatinidae</i> de origem africana, utilizados fora do continente como controle biológico de <i>Achatina fulica</i>	60
Quadro 4	Inimigos naturais de gastrópodes terrestres que ocorrem fora da África, os quais foram introduzidos como meio de controle biológico de <i>Achatina fulica</i>	61
Quadro 5	Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que foram citados como predadores ou parasitas de <i>Achatina fulica</i> em regiões nas quais foram introduzidos, e o efeito sobre a população desses caramujos.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Região de notificação casos de meningite no Brasil 2018.....	32
Tabela 2	Espécies exóticas invasoras do Brasil.....	50
Tabela 3	Trabalhos científicos sobre a ocorrência do <i>Achatina fulica</i> no Brasil por estados.....	64
Tabela 4	Número de indivíduos coletados por Zona Administrativa e características geográficas diárias. Números de coleta, mês da coleta, zona da cidade onde ocorreu a coleta, T(c°) temperatura, U (%) umidade, P(mm) precipitação pluviométrica, Número de indivíduos coletados.....	87
Tabela 5	Características morfométricas tamanho da concha.....	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01	Variação climática de Manaus - setembro de 2018.....	67
Gráfico 02	Variação climática e números de indivíduos coletados - setembro de 2018/2019.	89
Gráfico 03	Precipitação (mm) e número de indivíduos coletados - setembro de 2018/2019....	90
Gráfico 04	Umidade U (%) e número de indivíduos coletados - setembro de 2018/2019.....	91
Gráfico 05	Temperatura (C°) e número de indivíduos coletados - setembro 2018/2019.....	92
Gráfico 06	Dispersão e regressão linear e correlação e coeficiente de determinação de Pearson para <i>Achatina fulica</i> e Precipitação.....	94
Gráfico 07	Gráfico de dispersão e regressão linear correlação e coeficiente de determinação de Pearson para <i>Achatina fulica</i> e Umidade relativa.....	95
Gráfico 08	Gráfico - 08 Dispersão e regressão linear Correlação e coeficiente de determinação de Pearson para <i>Achatina fulica</i> e Temperatura (C°).....	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CDB - Conversão sobre Diversidade Biológica

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SCIELO - Scientific Electronic Library Online

BVS - Banco Virtual da Saúde

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

FVS - Fundação e Vigilância em Saúde

MDE - Modelo Digital de Elevação

SRTM - Shuttle Radar Topographic Mission

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

CSV - Comma Separated Value

SIG - Sistema de Informações Geográficas

WGS 84 - World Geodetic System

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

ONU – Organização das Nações Unidas

OMS - Organização Mundial de Saúde

URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação

H1N1 – Letra H à proteína hemaglutinina e a letra N à proteína neuraminidase.

SEMSA – Secretária Municipal de Saúde

TGS - Teoria Geral dos Sistemas

NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO I - METODOLOGIA	16
1.1 Área de estudo.....	16
1.2 Etapa I: Revisão de literatura temática.....	17
1.3 Etapa II: Levantamentos de campo.....	18
1.4 Etapa III: Tratamento e Sistematização dos dados.....	18
1.4.1 Métodos Cartográficos.....	18
1.4.2 Mapa de Kernel.....	19
1.4.3 Análise de fatores climáticos.....	20
1.4.4 Morfometria Geométrica.....	21
CAPÍTULO II - GEOGRAFIA DA SAÚDE	23
2.1 A gênese da Geografia da Saúde.....	23
2.2 Epidemiologia e Geografia: bases metodológicas.....	25
2.3 Os sistemas Teóricos de Pavlovsky e Sorre.....	26
2.4 A Geografia da Saúde Nacional.....	28
2.5 Doenças infecciosas associada ao <i>Achatina fulica</i>	31
2.6 Criadouros para mosquitos do gênero <i>Aedes Meigen</i> ,1818.....	33
2.7 Geoprocessamento e saúde.....	35
CAPÍTULO III - A TEORIA GEOSISTÊMICA NOS ESTUDOS BIOGEOGRÁFICOS	38
3.1 Geossistema: bases conceituais.....	38
3.2 Biogeografia ecológica.....	42
3.3 Geótopo como categoria de análise.....	44
3.4 Invasão biológica.....	47
CAPÍTULO IV - ACHATINA FULICA (BOWDICH, 1822)	51
4.1 Quem foi Bowdich.....	51
4.2 A origem dos Gastrópodes.....	53
4.3 O comportamento da espécie <i>Achatina fulica</i>	55
4.4 Dispersão e medidas de controle químico e biológico da espécie pelo mundo.....	56
4.5 <i>Achatina fulica</i> no Brasil.....	64
CAPÍTULO V - RESULTADOS	66
5.1 Adaptabilidade ao ambiente amazônico.....	66
5.2 Distribuição Espacial dos Geótopos e suas características físicas.....	69
5.3 Saneamento básico e presença de <i>Achatina fulica</i>	80
5.4 Condicionantes climáticas.....	86
5.5 Coeficiente de correlação.....	94
5.6 Características morfométricas da população de <i>Achatina fulica</i> em Manaus.....	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	101
REFERÊNCIAS	103

INTRODUÇÃO

O processo de degradação ambiental não decorre somente pelo desmatamento ou falta de um planejamento sustentável para a gestão e uso correto dos recursos naturais. A segunda maior causa de perda da biodiversidade é a introdução de espécies exóticas, em ambientes cujas condições são bastante adversas às de suas origens (ALMEIDA, 2013).

Segundo a Conversão sobre Diversidade Biológica (CDB, 1992), espécie exótica é toda espécie que se encontra fora de sua área de distribuição natural, isto é, que não é originária de um determinado local. Pode-se, também, considerar espécie exótica toda e qualquer espécie que consegue sobreviver e disseminar, expulsando as espécies originais ou levando-as à extinção, fato que causa prejuízos aos ecossistemas.

O processo de introdução de uma nova espécie, fora de suas origens geográficas, pode levar à proliferação e à disseminação da espécie introduzida, por não ter predadores naturais e encontrar ambiente propício à vida, e pela extinção da mesma, por não suportar a competição entre espécies nativas.

Essa introdução pode ocorrer por meios econômicos, quando a espécie nativa é substituída por outra, na busca por maior produtividade, ou, ainda, acidentalmente pelo transporte de mercadorias ou deslocamento de pessoas. Dessa forma, pode-se levar à extinção as espécies nativas, intensificando prejuízos econômicos e problemas de saúde pública. Hoje o *Achatina fulica* é considerado uma das cem piores espécies invasoras do planeta, pois representa uma ameaça à saúde pública, à agricultura e aos ecossistemas (COLLEY, 2010).

No contexto da ciência moderna, existe uma vasta literatura com o objetivo de conhecer as características ambientais e ecológicas do *Achatina fulica*, que visa explicar a grande resistência da espécie e a sua relação de interação com outros animais, na tentativa de encontrar soluções para seu controle ou a erradicação em locais onde esta espécie se tornou uma praga.

Segundo MEAD (1961), os primeiros *Achatinas fulicas* eram originários do norte do Zimbábue e viviam em áreas úmidas próximas à bacia do Congo na África. Atualmente, há ocorrência em margens de florestas temperadas e úmidas, longe de zonas climáticas de sua origem, mostrando o alto grau de adaptação deste molusco.

O caramujo *Achatina fulica* é considerado uma praga agrícola, por promover grandes prejuízos aos cultivos e às lavouras, além de ser considerado um grave risco à saúde pública, por ser hospedeiro intermediário dos nematódeos *Angiostrongylus cantonensis*, que podem

levar à morte. Em áreas urbanas, seu habitat são os terrenos baldios, situados próximos aos depósitos de lixo, as áreas periúmidas e o entorno de bacias hidrográficas.

Sendo assim, este estudo está dividido em cinco capítulos :

Inicialmente, no capítulo dois, intitulado “A Geografia da Saúde” — apresentam-se as bases teóricas metodológicas que compreendem à descrição da paisagem, expondo-se ideias associadas às teorias do Determinismo. À descrição da paisagem — incorporava-se a possível compreensão da cura de enfermidades — por meio de explicações ambientais, as quais acrescentam-se as interpretações de importantes médicos, biólogos e geógrafos que contribuíram para a modernização do pensamento e ampliação do entendimento sobre os fatores de distribuição das doenças no espaço geográfico.

Para melhor compreensão da atual configuração das questões ambientais no Capítulo três, intitulado “Teoria Geossistêmica e Biogeografia”, optou-se por abordar questões da Teoria Geossistêmica e da Biogeografia, focando na conexão das relações entre ação antrópica, geossistema e exploração biológica.

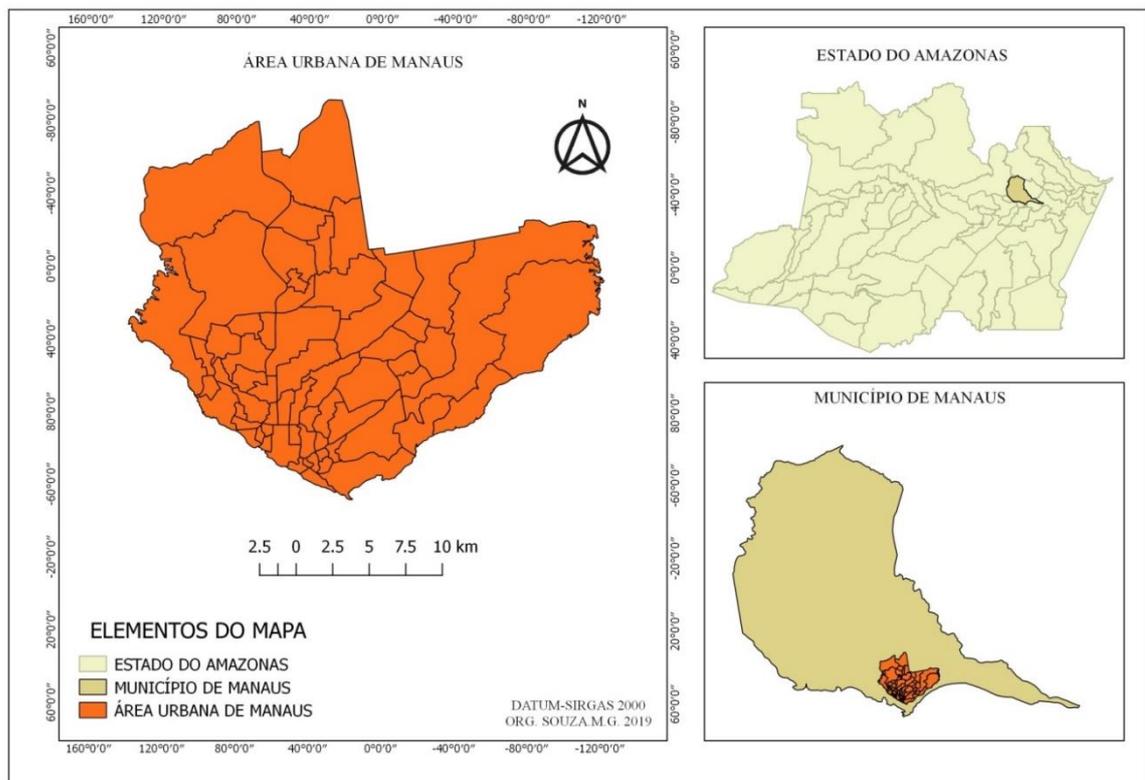
No capítulo quatro, intitulado “*Achatina fulica* (Bowdich, 1822)”, descreve-se a introdução de uma espécie invasora e sua distribuição pelo mundo, Brasil e a cidade de Manaus, caracterizando-se as áreas de maior ocorrência da espécie, para entender sua relação de fixação em ambientes alterados.

CAPÍTULO I - METODOLOGIA

1.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na área urbana do município de Manaus. Esta área delimita-se em uma superfície territorial de 592,194 km² (EMBRAPA, 2017), localizada entre as seguintes coordenadas geográficas: 02° 56' 12,5 a 3° 09' 45,6 - Latitude Sul e 59° 48'44,4 a 60° 06'54,7 Longitude Oeste de Greenwich(Figura 1).

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte IBGE, 2010. Elaboração: SOUZA M, G. 2019.

A cidade localiza-se na confluência dos rios Negro e Solimões, ocupando uma área de 11.401 km², o que representa 0.7258 % do Estado do Amazonas, 0.2959 % da Região Norte e 0.1342 % de todo o território brasileiro (IBGE, 2010).

De acordo com o Censo Demográfico do IBGE (2010), Manaus possui 1.802.014 habitantes, o que representa 10,89% da população da região Norte e 49,9% da população do Estado do Amazonas. Para dados de estimativa, o IBGE expressa um contingente de 2.182,763 habitantes e a mantém como a 7ª cidade mais populosa do país em 2019.

A vegetação local é classificada como Floresta Ombrófila Densa e as condições geomorfológicas do município são representadas por planícies, terras firmes e

baixos planaltos, sendo que a altitude média é inferior a 100 metros na área centro sul (IBGE, 2010).

Para a classificação climática da cidade, optou-se por utilizar a classificação desenvolvida por Thornthwaite em 1948, na qual o clima é influenciado pela evapotranspiração da floresta com precipitação média no ano de 2.300 mm/ano (FISCH, 1998).

O período com maior intensidade de chuva se estabelece entre janeiro e abril, com média de 310 mm, e o período seco ocorre nos meses de julho a setembro, com média de 50 mm (ANDRADE FILHO, 2011).

Neste contexto, segundo Mandu (2018), as tendências no índice de calor em Manaus, no período de 1986 a 2017, apontam mudanças na amplitude térmica de Manaus de até 3°C e umidade relativa de 81,3%, o que pode se relacionar ao aumento da urbanização. Essas informações são semelhantes às encontradas por Almeida (2019), em que a autora observou um aumento térmico, com base em interpretações referentes à normal climatológica dos anos de 1930 a 1960, 1961 a 1990, e a normal provisória de 1981 a 2010. Detectou-se um acréscimo de 0,6 C° nas temperaturas mensais.

1.2 Etapa I: Revisão de literatura temática

A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento bibliográfico para o referencial teórico pelos métodos da sistemática e narrativa.

De acordo com Rother (2007), a revisão narrativa compreende uma revisão em livros, em artigos impressos e/ou eletrônicos, na interpretação e na análise crítica do autor, permitindo ao leitor adquirir, de forma rápida e segura, informações sobre uma determinada temática.

À revisão sistemática, aplica-se um rigor metodológico, incluindo-se as bases de dados e trabalhos publicados em anais de congressos, estudos de especialistas e manuais não publicados, nos quais a fonte deve ser detalhada (Rother, 2007). Para identificar os artigos acerca do assunto *Achatina fulica*, realizou-se uma busca na base de dados SCIELO (Scientific Electronic Library Online), BVS (Banco Virtual da Saúde), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações).

Outro procedimento para ampliar a base teórica foi a análise documental, composta pelo levantamento destinado às investigações e pesquisas em órgãos e institutos responsáveis pelos registros e informações sobre possíveis casos notificados e a incidência da espécie em

centros urbanos, como a Fundação e Vigilância em Saúde - FVS e o Ministério da Saúde - DATASUS.

Durante a revisão bibliográfica, considerou-se, como aspecto relevante na análise sistemática, a carência de estudos biogeográficos da espécie *Achatina fulica*. Por sua vez, a presente pesquisa segue no esforço da elaboração de uma análise geossistêmica, levantando possíveis questionamentos sobre a manutenção da espécie em ambientes urbanos.

1.3 Etapa II: Levantamentos de campo

Na segunda etapa, foram realizadas visitas e inspeções de campo às seis zonas da cidade: Norte, Sul, Leste, Oeste, Centro Sul e Centro Oeste, bem como verificaram-se 32 bairros — onde o *A.fulica* foi encontrado— totalizando-se 53 coletas, durante 12 meses, entre setembro de 2018 e setembro de 2019. Os ambientes identificados como propícios à existência dessa espécie (geótopos) foram áreas em perímetros úmidos próximos aos rios urbanos “igarapés” e encostas, depósitos de lixo e terrenos com vegetação acentuada.

A procura da espécie foi manual: cada molusco encontrado foi capturado, utilizando-se luvas descartáveis, em seguida, foram transportados ao laboratório para a mensuração e estudos morfométricos (ALMEIDA, 2013).

Para o reconhecimento do local, caracterização do clima e do habitat de ocorrência, foi realizado o registro fotográfico e georeferenciamento com o GPS de 126 pontos, para a elaboração do mapa de incidência da espécie.

1.4 Etapa III: Tratamento e Sistematização dos dados

Os dados obtidos foram analisados, sistematizados e organizados por métodos cartográficos, variáveis climáticas e dados estatísticos.

1.4.1 Métodos cartográficos

Com intuito de analisar fenômenos decorrentes de adaptação da espécie ao ambiente urbano, buscou-se relacionar a distribuição espacial do molusco às diferentes técnicas de análise e escalas geográficas.

A confecção dos mapas seguiu a utilização do Software livre Qgis versão LaPalmas 2.18, com a base de dados e shapefiles adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponíveis em: <https://downloads.ibge.gov.br/>; seleção das imagens de

satélite LANDSAT8 disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) em: <https://www.usgs.gov>; o acesso à plataforma digital do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>; e o download do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) no site do banco de dados geomorfométricos do Brasil (Topodata), todos com livre acesso, auxiliaram a configuração cartográfica dos mapas temáticos. Todas as imagens foram tratadas e seguidas da mudança de projeção cartográfica.

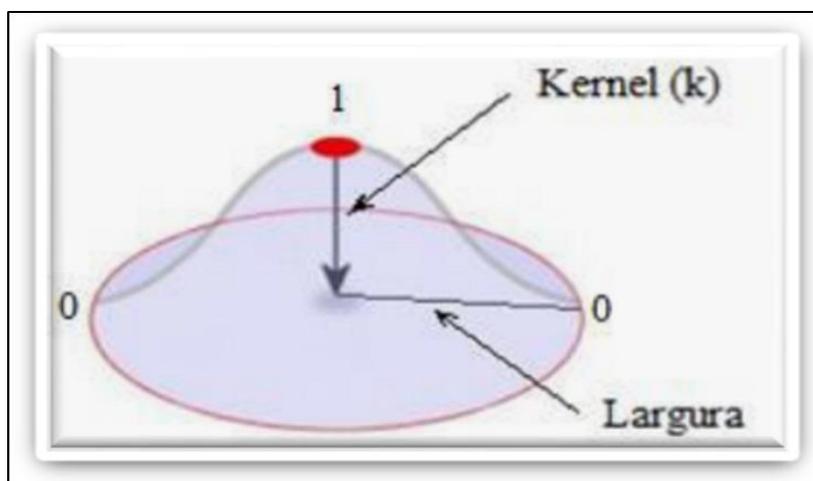
1.4.2 Mapa de Kernel

Por meio dos levantamentos de campo realizados no período de um ano, período este que compreende setembro de 2018 a setembro de 2019, foi possível coletar informações de todas as unidades amostrais.

Para obtenção do mapa de Kernel as coordenadas de cada um dos geótopos, foram tabuladas com o programa Microsoft Excel versão office 2019, gerando em seguida, um arquivo CSV (*Comma Separated Value* - Valores Separado por Vírgula) e depois importados ao ambiente Sistema de Informações Geográficas SIG, utilizando o Software livre QGIS, versão 2.8 La Palmas. Em seguida, o programa gerou um arquivo vetorial de pontos em formato *shape*, no qual o sistema de coordenadas usado foi WGS 84, gerando, assim, uma nuvem de pontos sobre *shape*, da cidade de Manaus, disponível no site do IBGE.

O mapa de densidade de Kernel é um estimador contido na ferramenta adicional de mapa de calor do QGIS, onde se pode obter um arquivo que estima, através de raios circulares, cada ponto dado no mapa, estimadores de densidade (Figura 02).

Figura 02 - Estimador de densidade de distribuição de pontos de Kernel.



Fonte: Ferreira e Sano (2013)

Quando se estudam os processos pontuais, têm-se os eventos distribuídos no espaço, de modo que é possível estimar o número esperado de eventos por unidade de área, ou seja, estimar a intensidade. Estas estimativas são calculadas através de interpolações por diversos métodos, tais como Kriging, superfície de tendência, modelos locais de regressão e o estimador Kernel (PÔSSA, 2014). Na figura 03, apresenta-se a fórmula de Kernel.

Figura 03 - Fórmula de Kernel

$$\widehat{f}_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

Org. Souza M, G. 2019.

Onde K = função de Kernel; h = raio de busca; x = posição do centro de cada célula do raster de saída; X_i = posição do ponto i proveniente do centroide de cada polígono; e n = número total de ocorrências de molusco (centroides).

O estimador Kernel depende de dois parâmetros: da largura (*o raio de influência* τ) que define a vizinhança e da *função k de estimação*. Existem várias funções de interpolação k que diferem no modo de atribuir pesos para os pontos dentro do raio τ , e as principais são *a normal, uniforme, quártica, triangular e exponencial negativa* (CÂMARA e CARVALHO, 2002).

Para a identificação dos locais com maior densidade da espécie na cidade de Manaus, utilizou-se um raio de 3.000 metros do ponto zero (0) ao ponto um (1), fazendo uma estimativa em 360° em torno dos pontos marcados. Para a classificação dessas áreas de ocorrência do *Achatina fulica*, utilizou-se a classificação de baixa densidade (*Azul*), média densidade (*Amarelo*) e alta densidade (*Vermelho*).

1.4.3 Análise de fatores climáticos

Para análise de variáveis climáticas, foram extraídos os dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>, para informações de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, coletadas de setembro de 2018 a setembro de 2019. As informações foram tratadas e tabuladas com o programa Microsoft Excel versão office 2019, gerando-se os gráficos para análise.

1.4.4 Morfometria Geométrica

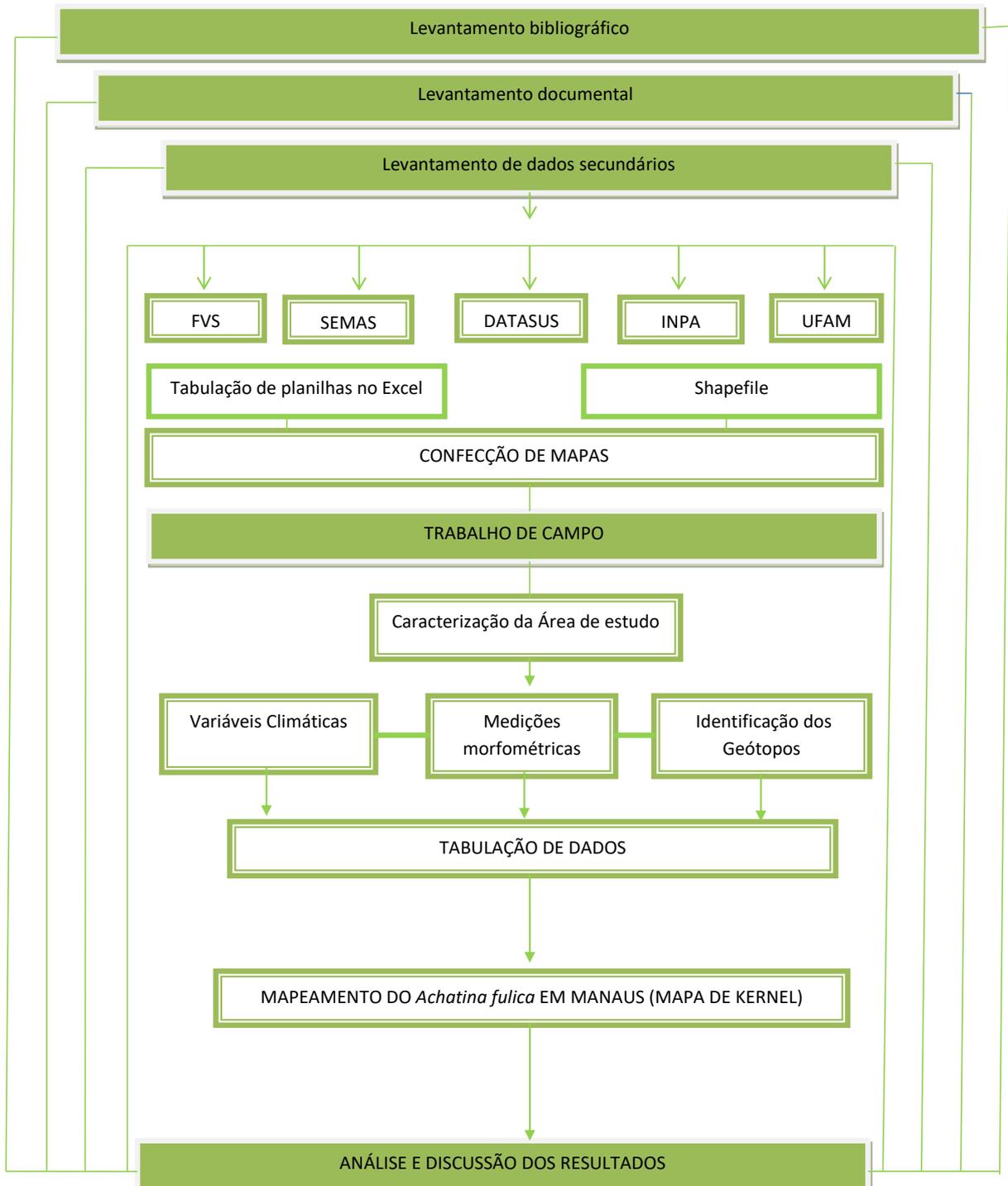
A quantificação de fenômenos biológicos por meio de modelos matemáticos e estatísticos não é recente, essa prática é muito utilizada na Biologia para comparação de padrões morfológicos encontrados nos organismos. Em meados da década de 1980, surgiu a morfometria geométrica, que hoje permite a comparação de padrões morfológicos a partir de caracteres multivariados, considerando simultaneamente várias características em uma estrutura corporal complexa (MONTEIRO & REIS, 1999).

Segundo Rocha (2013), a morfometria geométrica está sendo utilizada em estudos de diversos animais (vertebrados e invertebrados). Essa ferramenta pode contribuir em estudos não só de sistemática e filogenia, mas também de variabilidade geográfica, variabilidade inter e intraespecíficas, estudos ecomorfológicos e paleontológicos.

As medições morfométricas da espécie foram obtidas com o auxílio de um paquímetro, com precisão de 0,05mm, considerando o maior comprimento da concha (do ápice até a borda). A determinação das classes de tamanho foi realizada de acordo com a classificação proposta por Tomiyama (2002), que considera *juvenis* os caramujos com conchas de 1,0 a 4,0 cm; *jovens* os indivíduos com conchas de 4,0 a 9,0 cm e *adultos* aqueles com conchas acima de 9,0 cm de comprimento.

Diante disso, este trabalho reuniu dados, visando esclarecer a relação do *Achatina fulica* com o meio ambiente, para que se possa determinar a atual situação de disseminação da espécie, propondo, assim, políticas públicas no que diz respeito ao controle do caramujo africano na cidade de Manaus. Para alcançar e discutir os resultados desta pesquisa, foram adotadas cinco etapas, descritas no Fluxograma 1.

FLUXOGRAMA 01 - Etapa da pesquisa



CAPÍTULO II - GEOGRAFIA DA SAÚDE

2.1 A gênese da Geografia da Saúde

A Geografia Médica se consolidou como um dos mais importantes campos de estudo no contexto da ciência geográfica, uma vez que se destinou à compreensão dos problemas de saúde em nível mundial, considerando a influência de fatores geográficos na qualidade de vida. A origem da Geografia Médica foi atribuída ao congresso de Lisboa em 1949, porém sua efetivação só ocorreu no congresso de Nova Déli, em 1968 (GUIMARÃES, 2015).

De acordo com Freitas (2003), a maioria dos autores usam os termos Geografia Médica ou Geografia da Saúde como sinônimos. No entanto, Oliveira (1993) destaca que a Geografia da Saúde, a partir do que foi proposto no Congresso de Moscou (1976), passou a unir os conceitos de Geografia Médica aos de Serviços de Saúde. Neste trabalho, optou-se pela utilização dos dois termos, analisados em seus respectivos períodos históricos.

A Geografia Médica foi denominada Geografia da Saúde e constitui uma linha de pesquisa que incorpora técnicas geográficas ao estudo das questões associadas à saúde e à disseminação de doenças ao redor do mundo. Além disso, estuda o impacto do clima e da localização geográfica sobre as condições de saúde dos indivíduos, bem como a distribuição dos serviços hospitalares (GUIMARÃES, 2015).

Historicamente, o processo de formação da Geografia Médica ocorreu da associação entre a Medicina e a Geografia e pode ser identificado desde a antiguidade, com a descrição dos lugares e das sociedades humanas neles instalados. A antiga obra *Ares, Águas e Lugares*, de Hipócrates (480 a. C), foi, provavelmente, o primeiro trabalho científico no tratamento de temas relacionados à Geografia Médica (CZERESNIA, 2001).

Para ROSEN (2006), essa obra consiste no primeiro esforço sistemático para apresentar as relações causais entre fatores do meio físico e doenças. Por mais de dois mil anos, foi o trabalho teórico mais utilizado para a compreensão das questões associadas aos fatores ambientais ligados às doenças.

Nos estudos desenvolvidos por Ribeiro (2004), evidencia-se que no início do século V a.C. na Grécia, escritos da escola Hipocrática, que incluíram informações da obra *Sobre os Ares, as Águas e os Lugares*, destacam a relação entre as doenças, principalmente as endêmicas, e a localização geográfica de seus focos.

Para esse autor, o reconhecimento da influência do lugar no desencadeamento de doenças permitiu o desenvolvimento de uma nova visão intelectual da medicina que estudava, refletia e criava hipóteses sobre o papel do meio ambiente nas condições de saúde das populações. Reconhecia-se que diferenças geográficas resultavam em diferentes padrões de doenças, mas alguns elementos geográficos eram mais valorizados, tais como o clima, a vegetação e a hidrografia.

Neste contexto, é válido mencionar que a condição do ser humano se alteraria mediante as mudanças ambientais que, por ventura, ocorressem na natureza. Com base nessa fundamentação, Hipócrates suscitou em seus estudos a possibilidade da influência das mudanças climáticas na variação ou no surgimento de determinadas doenças que afetariam a saúde, mas não era possível intervir no sentido de alterar essas predisposições, podendo-se, apenas, prevenir o aparecimento de determinadas patologias (CZERESNIA, 2001).

No período que compreendeu as invasões Bárbaras e Romanas, houve a absorção de novas culturas, em face ao crescente desenvolvimento urbano das cidades e, mediante a esse fato, elaboraram-se os censos periódicos, visando à organização político-administrativa de seus territórios. Por mais de cinco séculos, a Epidemiologia ainda permaneceu centrada em um discurso religioso, no qual muitas doenças conhecidas eram consideradas como obras do mal, castigo de Deus ou deuses (ALMEIDA, 2004).

Por outro lado, o surgimento de conceitos epidemiológicos na Grécia antiga, expressava a necessidade de repensar a medicina individual como uma medicina de forma coletiva. O problema é que essa forma de pensamento não teve uma implementação concreta e efetiva.

As bases científicas atuais da Epidemiologia ainda não existiam e, durante séculos, seus conceitos introdutórios vagaram por vertentes completamente distintas. Somente na Era Moderna, foi possível se organizar para uma implementação completa de um campo verdadeiramente científico (SILVEIRA & JAYME, 2014).

Historicamente, com o advento da ciência moderna, as doenças deixariam o campo da magia e dos deuses, deflagrando-se, ao término da Inquisição, o desenvolvimento da clínica moderna. Assim, os ensinamentos de Hipócrates caíram em desuso, ocasionando as mudanças de ordens religiosas por médicos, e as formas pelas quais as doenças eram tratadas mudaram gradualmente (ALMEIDA, 2004).

2.2 Epidemiologia e Geografia: bases metodológicas

Nem todo hospital tinha como objetivo tratar doenças epidemiológicas, esta palavra indicava um local de asilo, hotel, hospedaria ou abrigo, geralmente administrado por ordens religiosas. A primeira delas advém do tempo das Cruzadas —denominava-se Cavaleiros Hospitalários — de onde se originou o nome hospital. Com o processo de transição completo, a clínica médica desenvolveu vertentes científicas introduzindo a análise estatística em seus estudos (FOUCAULT, 1979).

Em 1825, *Pierre-Charles e Alexandre Louis* (1787-1872) publicaram um estudo estatístico sobre tuberculose com 1.960 casos. Esse estudo seria o primeiro a estabelecer parâmetros para o uso da estatística nos levantamentos e registros de casos de doenças, inaugurando-se, assim, uma Epidemiologia médica/matemática (ALMEIDA, 2004).

Na França, com a revolução de 1789, evidenciou-se o advento de uma Medicina voltada para as áreas urbanas, com a finalidade de melhorar os espaços das cidades insalubres e áreas miasmáticas que proliferavam doenças por toda a cidade (FOUCAULT, 1979).

O termo Epidemiologia só iria surgir em um trabalho sobre a peste negra, que assolava a Europa no século XVI, escrito por Algelerio na Espanha. Anos mais tarde, Juan de Villalba introduziu novamente o termo em seu trabalho publicado, em 1802 *A Epidemiologia Española*, um resumo de todas as epidemias conhecidas na Espanha (ALMEIDA, 2004).

Na Alemanha, a Medicina associou-se à Sociologia e nasceu em Berlim uma escola de “*Patologia Geográfica e Histórica*”, administrada por August Hirsch (1817-1894), considerado fundador da Geografia Médica. Segundo Trostle, em 1986, teriam realizado os primeiros trabalhos sobre a Epidemiologia Ecológica, criando as primeiras análises de *tempo e lugar*.

Essa interdisciplinaridade faz com que os conceitos geográficos e epidemiológicos se estruturam em uma base mais sólida, para elaboração e novas discussões epistemológicas entre as duas disciplinas, que seriam utilizadas por Max Sorre e Evgeny Pavlovsky para elaboração de suas teorias, que tinham como base conceitos biológicos de forma determinista (GUIMARÃES, 2001).

Os trabalhos iniciais sobre Geografia Médica fizeram uma vinculação entre áreas endêmicas de doenças, com determinadas características culturais, raciais e climáticas, relacionando ambientes e grupos populacionais de forma “determinista”. Geralmente, havia a distinção entre as variáveis de saúde e suas determinantes, bem como de seus contornos

socioeconômicos, pelos quais foram atribuídos vários preceitos culturais e ambientais (BARATA, 2000).

Durante o século XIX, sob o domínio do Positivismo, a relação entre a Geografia e a Epidemiologia gerou ensaios pioneiros para a Geografia Médica, produzindo descrições minuciosas da distribuição regional de doenças, quando se passou a empregar amplamente os recursos cartográficos.

De acordo com a concepção clássica descritiva da Epidemiologia, o processo de interpretação do espaço geralmente se configurava apenas como um conjunto de natureza biológica e climática, atribuindo-se, dessa forma, fatores secundários como vegetação e topografia (SILVA, 2000).

Ainda na segunda metade do século XIX, começaram a ser produzidos os tratados de climatologia médica, muito utilizados por Maximillien Sorre na elaboração de seus trabalhos, pois se tratava de estudos bem elaborados, que procuravam associar o aparecimento de doenças, direta ou indiretamente, com aspectos da Geografia Física, especialmente, com as variações climáticas (FERREIRA, 1991).

Apesar de sua longa história, a Geografia Médica só foi reconhecida oficialmente no Congresso Internacional de Lisboa, em 1949. Este reconhecimento provalmente foi ajudado pela definição de saúde, apresentada em 1948 pela Organização Mundial de Saúde (OMS), segundo a qual — Saúde "é o estado de completo bem-estar físico, psíquico e social e não meramente a ausência de enfermidades." — seguindo descrição contida em Mayer (2009).

Durante o século XX, destacam-se dois sistemas teórico-conceituais e metodológicos que traduzem a Geografia e a Epidemiologia — *o conceito do foco natural de doenças*, de Evgeny Pavlovsky e o *conceito de complexo patogênico*, de Maximillien Sorre (SILVA, 2000).

2.3 Os sistemas teóricos de Pavlovsky e Sorre

O parasitologista Evgeny Nikanorovich Pavlovsky (1884-1965) trabalhou no Instituto de Zoologia da Academia de Ciências da ex-União Soviética, entre os anos de 1930 e 1965. Esse estudioso possuía vasto conhecimento sobre todas as disciplinas zoológicas, além de conhecimentos de Geografia e Medicina, demonstrando atenção particular à parasitologia. Pavlovsky foi por duas vezes o vencedor do Prêmio do Estado (1941 e 1950) e do Prêmio Lênin (1965). Também foi presidente da União da Sociedade Entomológica da Academia de Ciências da URSS (1931-1965) e da Sociedade Geográfica (1952-1965) daquela academia (LABORATORY OF PARASITOLOGY, 2018).

Na década de 1930, uma das mais importantes elaborações teóricas do conceito de espaço geográfico vinculado ao estudo de doenças transmissíveis foi criada, e, posteriormente ficou conhecida como *a Teoria dos Focos Naturais*. Esta teoria serviria de base para as investigações "sobre o impacto epidemiológico decorrente da ocupação pelo homem de extensas porções semidesérticas do território soviético" (SILVA, 2000).

Um foco natural de doença existe quando há clima, vegetação, solos específicos e microclima favoráveis, nos lugares onde vivem vetores, doadores e recipientes de infecção. Em outras palavras, a doença está relacionada a uma paisagem geográfica. Os seres humanos tornam-se vítimas de uma doença animal, com foco natural somente quando permanecem nesses territórios em uma determinada estação do ano (BRITO, 2000).

O conceito de foco natural é, por conseguinte, aplicado aos ambientes que apresentam condições favoráveis à circulação de agentes patógenos, independentemente da presença e da ação humana. Pode ocorrer em paisagens geográficas diversas, sendo necessária a interação entre homem e bactéria ou animal contaminado com o agente específico. Pode também se propagar por meio do contato direto ou mesmo pela inalação de ar contaminado, como por exemplo, difteria, sarampo e doenças como a tuberculose. (FERREIRA, 1991).

Sob esta perspectiva, Anjos (2018) descreve que o trabalho de Pavlovsky teve grande influência no Brasil com Samuel Pessoa e Luís Jacintho da Silva. O parasitologista Samuel Pessoa inspirou-se, especialmente nos trabalhos de Pavlovsky, criando uma escola de estudos em Geografia Médica no Brasil, no contexto da chamada Medicina Tropical. Ele estudou as endemias prevalentes no Brasil, destacadamente, as transmitidas através de vetores, como esquistossomose, doença de Chagas, filariose, malária etc.

O geógrafo francês Maximillien (Max) Sorre (1880-1962) foi seguidor da Escola Possibilista de Geografia, trabalhou no sentido de integrar os estudos de Geografia Física aos de Geografia Humana. Ele possuía a preocupação teórica de fornecer uma base conceitual à Geografia Médica, que possibilitasse estudos de natureza interdisciplinar. Daí a importância de permanentemente analisar a sua contribuição geográfica aos estudos em epidemiologia e medicina. (OLIVEIRA, 1993).

Sorre foi além da abordagem de Pavlovsky, ao trabalhar a importância da ação humana na formação e dinâmica de complexos patogênicos. O conceito de complexo patogênico ampliou o poder explicativo de uma concepção, antes praticamente restrita à descrição do meio físico. Em sua obra *Les fondements de la géographie humaine* (1950), Sorre realizou um dos empreendimentos intelectuais mais importantes, estabelecendo inúmeros pontos de contato entre a Geografia e as ciências sociais e biológicas, contato que

marcaria a Geografia e a Epidemiologia. Sendo assim, em meados da década de 1950, o processo de quantificação impulsionou os trabalhos geográficos e epidemiológicos, com auxílio da estatística que dava suporte a pesquisadores em busca de métodos de prever um maior número de casos.

A teoria do complexo patogênico permitiu abordar uma vasta quantidade de doenças infecciosas e parasitárias, enquanto que a teoria de Pavlovsky se limita ao estudo de enfermidades de animais transmissíveis ao homem, que possuiriam seu foco natural — um reservatório silvestre — em um meio “intocado” pelo homem. O conceito de espaço da teoria de Pavlovsky cai por terra, pois praticamente não existem espaços que sejam totalmente intocados pelo homem, ou seja, a concepção de natureza intocada chega a ser uma utopia nos dias de hoje.

A crescente urbanização verificada em todo o mundo e, particularmente no terceiro mundo, diminuiu o interesse pela Teoria dos Focos Naturais, uma vez que a natureza intocada pela ação humana se tornou praticamente inexistente, e a teoria de Pavlovsky, tal como foi anunciada, daria conta apenas das primeiras fases das transformações dos focos naturais (SILVA, 2000).

O conceito de espaço que Sorre utilizava é, por um lado, o mesmo que se formulam através da Biologia, as relações entre um meio externo que varia e um meio interno que necessita adaptar-se para manter sua constante sobrevivência. Porém, apesar dessa intenção de síntese característica dos geógrafos, Sorre estudou os complexos patogênicos, classificando-os de acordo com agentes microbiológicos, que definem doenças específicas, e colocou seu trabalho sob uma nova perspectiva.

[...]a interdependência dos organismos postos em jogo na produção de uma mesma doença infecciosa permite inferir uma unidade biológica de ordem superior: o complexo patogênico. Compreende, além do homem e do agente causal da doença, seus vetores e todos os seres que condicionam ou comprometem a sua existência [...] (SORRE, 1951).

2.4 A Geografia da Saúde Nacional

A Geografia Médica no Brasil destacou-se pela produção de trabalhos na década de 1960, período em que ocorreu a informatização dos registros da Epidemiologia. A Informática se uniu à Matemática, providenciando a criação de bancos de dados e análises de extensas

variáveis. Na década seguinte, esses aspectos seriam vistos como grandes avanços para a Epidemiologia em curto período histórico (ALMEIDA, 2004).

As décadas de 1970 e 1980 caracterizam-se pela criação e melhoramento do uso de softwares específicos para análises epidemiológicas sob uma abordagem associada, não somente à Matemática, e sim a um redirecionamento de seus esforços para questões sociais no combate às novas doenças. Os epidemiologistas passaram a perceber que o processo de evolução das patologias nas grandes cidades está relacionado a fatores políticos, econômicos, culturais e psicossociais e não somente às questões ambientais (ALMEIDA, 2004).

Durante a década de 1970, surge no cenário brasileiro Samuel Pessoa, 1979, com *Ensaaios Médicos Sociais*. Este autor, médico por formação, iria contribuir com os estudos relacionados às doenças tropicais, especialmente no Nordeste do Brasil. Outro pesquisador que surge nesse cenário com o livro *Introdução a Geografia Médica no Brasil* foi Lacaz, em 1972. Ambos tiveram participações importantes na formação da Geografia Médica, por contribuírem com estudos sobre as doenças tropicais, relacionando-as aos aspectos sociais da população vulnerável a determinadas doenças (CZERESNIA, 2001).

A discussão de conceitos que envolvem a Geografia Médica, separando qual o papel da Epidemiologia e o da Geografia, só seria exemplificada quando Lacaz (1972) descreveu que “Na Geografia Médica prevalece o ponto de vista geográfico para o conhecimento da distribuição e evolução das doenças nas várias regiões do globo, e a epidemiologia desenvolve mais o espírito médico da indagação a fins de exposição”.

Segundo estudos de Barcellos (2006), a Geografia Médica se definiria pelo seu caráter social, tendo em vista que seus estudos são traçados em cidades densamente povoadas e sem uma organização adequada; em outras palavras, as questões sociais deveriam ser analisadas não somente do ponto de vista epidemiológico, mas também do espacial.

Josué de Castro (1980), em seu livro intitulado *Geografia da Fome*, dissertou um estudo sobre as condições nutricionais da população nordestina. Assim, foi lançada uma nova perspectiva de denúncias sobre as condições de vida e nutrição daquela parte do território nacional.

O processo de formação da Geografia Médica e sua efetivação como um ramo da Geografia só foi possível com um melhor entendimento sobre o agravamento das condições sanitárias das populações periféricas dos grandes centros urbanos. Segundo Guimarães (2001), em um primeiro momento, o saneamento urbano foi o único “remédio” para o controle dos processos de transmissão das doenças infectocontagiosas.

Observando a carência do saneamento básico em países subdesenvolvidos, a Organização Mundial de Saúde (OPAS, 2019) estimou que, para cada unidade monetária que seja efetivamente investida em saneamento básico, quatro outras unidades deixam de ser gastas pelos governos em atendimento em saúde.

De acordo com os dados da Organização das Nações Unidas em 2016, o Brasil é o 11º colocado no ranking entre 17 países analisados, estando atrás da Bolívia, Peru, Uruguai, Equador, Venezuela, Chile, México, Argentina, Colômbia e Costa Rica, com acesso a esgoto. Com o atual ritmo de investimento em saneamento básico no Brasil, estimados na ordem de 10 bilhões por ano, o país precisaria de pelo menos 20 anos para conseguir universalizar o serviço a toda população.

Os contrastes sociais, presentes em muitas periferias, forçam os habitantes a ocupar áreas inadequadas e a constituir bairros com formas e contornos irregulares, onde a construção de casa em encostas é comum, acirrando-se a problemática do saneamento básico e da coleta de lixo, que correspondem ao elevado risco à proliferação das doenças (CORREA,2005).

As novas abordagens para manutenção do controle epidemiológico de algumas doenças advêm da preocupação de órgãos de saúde pública em virtude do fácil e rápido deslocamento das pessoas pelo mundo. O tempo e o espaço acabaram por se encurtar e uma epidemia de proporções localizadas poderia fugir ao controle e chegar a qualquer lugar do mundo em questão de horas. Segundo ROSAS (1974), “o problema está nas vias rápidas de locomoção e na alta densidade populacional das grandes cidades”.

Para Anjos (2018), deve-se considerar a necessidade de deslocamento do cidadão na busca por serviços de saúde, tendo em mente uma visão crítica e social, sendo de extrema importância uma análise espacial na organização de futuros serviços de saúde pública. Entretanto a disseminação da doença no espaço, sendo localizada, fornece elementos importantes para a construção de um modelo explicativo dos problemas no território, aumentando, assim, as ações específicas, criando subsídios para tomada de decisões pelo poder público na melhoria dos serviços básicos de saúde e na prevenção da saúde coletiva.

A elaboração de novas formas de análise espacial para Geografia da Saúde segue, em 2003, com a realização do I Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, ocorrido na cidade de Presidente Prudente, com a publicação de um caderno dedicado à Geografia da Saúde.

Após 17 anos desse primeiro evento, pode-se destacar uma variedade significativa de revistas, simpósios, congressos, e encontros nacionais e internacionais, onde a produção científica avança para os mais variados temas.

Gestão de riscos, desastre ambientais, vulnerabilidade ambiental, atenção básica à saúde, e outras categorias de análise no planejamento da saúde coletiva são essenciais para reconhecer e resolver problemas relacionados à saúde, contribuindo, assim, para um amadurecimento significativo em um período de tempo relativamente curto da Geografia da Saúde Nacional.

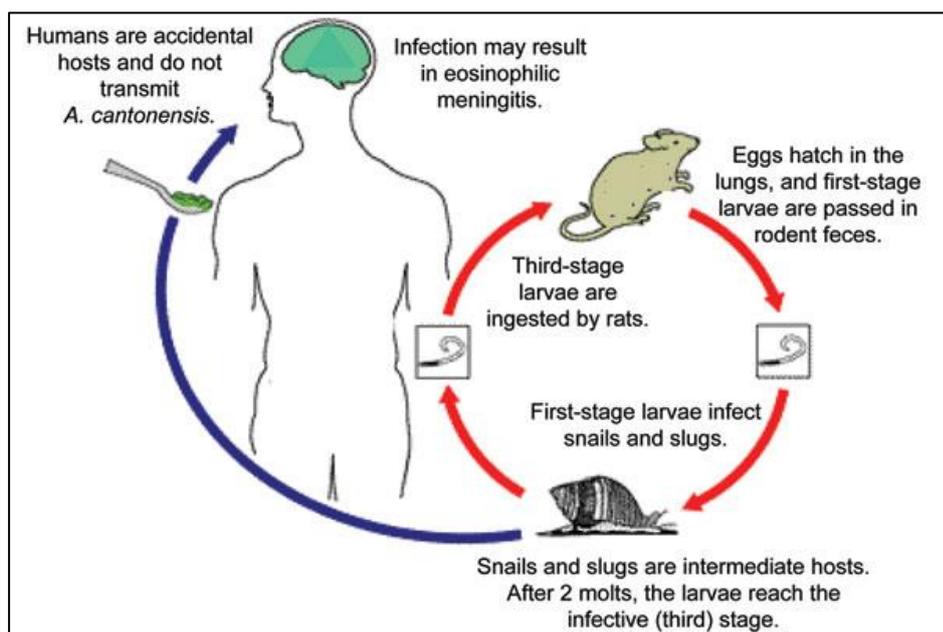
2.5 Doenças infecciosas associadas ao *Achatina fulica*

A importância médica do *Achatina fulica* ocorre pelo fato de a espécie ser hospedeira intermediária do nematódeo *Angiostrongylus cantonensis*, que pode causar a meningite eosinofílica, reação inflamatória da meninge membrana que reveste o sistema nervoso central causada, na grande maioria das vezes, por parasitas (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

De acordo com Morassutti *et al.*, (2014) p.10, a meningite eosinofílica é uma doença infecciosa que ficou restrita a países asiáticos, tendo seu primeiro caso registrado no Brasil em 2007, sendo outros identificados em áreas urbanas, em pelo menos 11 estados da Federação, de norte a sul do país.

O contágio em humano do *Angiostrongylus cantonensis* ocorre, muitas vezes, de maneira acidental no descuido por ingestão de alimentos crus ou mal cozidos, como caracóis, lesmas, crustáceos (camarão e caranguejos), rãs e carne de mato (lagartos) condimentos, saladas, ervas, frutas e sucos naturais (THIENGO *et al.*, 2007). Figura04.

Figura 04 - Ciclo de vida do *Angiostrongylus cantonensis*.



Fonte: Centers for Disease Control and Prevention www.dpd.cdc.gov.

O ciclo evolutivo do parasita ocorre no sistema arterial de roedores, de canídeos e de felídeos, com a presença de vermes adultos nesses animais, enquanto que os estágios larvários desenvolvem-se em moluscos, tais como caramujos, caracóis e lesmas. As meningites virais e bacterianas recebem atenção por órgãos de saúde pública devido à capacidade de se tornarem surtos epidêmicos.

A meningite causada pelo *Angiostrongylus cantonensis* é fatal em pelo menos 3% dos casos (EAMSOBHANA & YONG, 2009). O período de manifestação da doença pode variar de um dia a três meses, após a infecção, com sintomas ocorrendo dentro de duas semanas na maioria dos casos (THIENGO, 2007).

Os sintomas da meningite que se fazem presentes são dor de cabeça, rigidez do pescoço e febre. Uma extensa análise dos sintomas em 484 pacientes revelou que dor de cabeça estava presente em 99% dos doentes, rigidez de nuca em 64% e febre em apenas 37% dos pacientes (PUNYAGUPTA *et al.* 1975).

De acordo com o Ministério da Saúde, no ano de 2019, 82% dos casos da doença no país foram causados por vírus ou bactéria, e apenas alguns casos podem-se associar a parasitas, porém, no site do Sistema de Informação de Agravos de Notificação –SINAN, do Ministério da Saúde, não há divisão dos tipos de meningites no país, enquadrando todos os casos apenas como meningite. Tabela 01.

Tabela 01-Região de notificação casos de meningite no Brasil, 2018

Tabela 01- Região de notificação casos de meningite no Brasil no ano de 2018.	
Região Norte	849
Região Nordeste	2.313
Região Sudeste	9.958
Região Sul	3.714
Região Centro Oeste	620
Total	17.454

Fonte: Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan. Org. SOUZA. M, G 2020.

O número de doenças emergentes no Brasil têm crescido na última década. Doenças como sarampo, febre amarela, H1N1, dengue, zika e chikungunya se manifestam de modo evidente. O aumento dessas doenças tem redirecionado esforços e recursos para o controle e a manutenção de índices aceitáveis. Para Agudo-Padron (2011), atualmente as doenças

transmitidas por moluscos vêm sendo negligenciadas pelas autoridades competentes, que trabalham apenas com doenças em urgência epidemiológica.

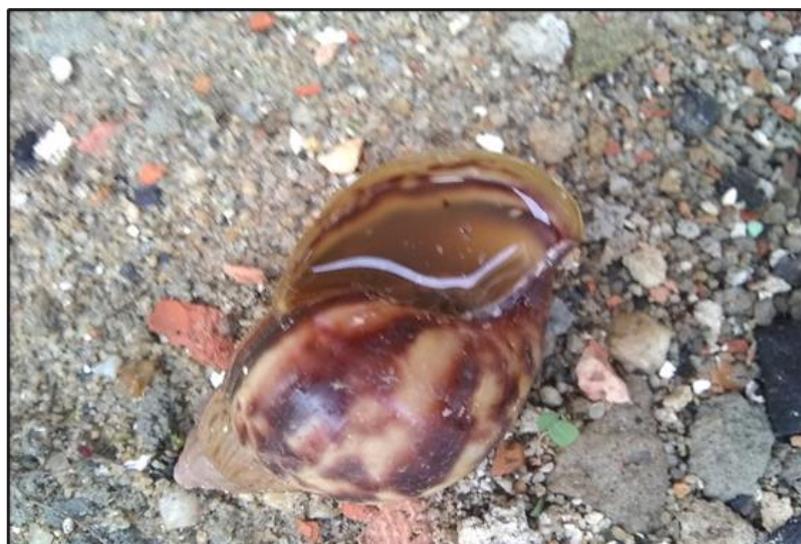
2.6 Criadouros para mosquitos do gênero *Aedes Meigen, 1818*

O Gênero *Aedes Meigen, 1818* são mosquitos que transmitem enfermidades como dengue, febre amarela, Chikungunya e Zika. As espécies *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762, de origem africana, chegaram ao Brasil com o transporte de escravos; o *Aedes albopictus* Skuse, 1894, de origem asiática, chegou ao país no início da década de 1980, por meio de navios que exportavam minério de ferro para o Japão (CONSOLI e OLIVEIRA, 1998). O ciclo de vida do mosquito ocorre por estoque de água parada em vasos, caixa d'água, lajes, calhas, garrafas, pneus ou qualquer outro recipiente aberto que possa acumular água.

Com relação ao caramujo africano, vale mencionar que, em decorrência da sua capacidade de reprodução — com até 400 ovos por postura — constitui colônias expressivas em ambientes urbanos, sendo facilmente encontrado em áreas de grande acúmulo de lixo e terrenos com vegetação ou condições sanitárias insalubres. Quando a espécie vai a óbito, a concha permanece exposta sobre a superfície terrestre, durante um longo período de tempo.

Após a morte, a concha do molusco, constituída de carbonato de cálcio (CaCO_3), torna-se um recipiente perfeito para o acúmulo de água por longos períodos, favorecendo o ciclo de vida e a reprodução dos mosquitos anteriormente descritos (Figura 05). Dessa forma, promove o aumento e a propagação dos índices das doenças mencionadas (ALMEIDA, 2016).

Figura 05 - Acúmulo de água em concha de *Achatina fulica*



Fonte: SOUZA, M.G 2020.

Sobre este assunto, Almeida (2016, pág.76) nos relata que:

A concha nos moluscos adultos, em geral, é uma espiral alongada e cônica constituída por carbonato de cálcio. Após a morte do animal, a parte mole é rapidamente decomposta por bactérias, fungos e insetos. Contudo, a concha leva muito tempo para ser completamente degradada e pode permanecer no ambiente por décadas. Quando os caramujos africanos morrem e a parte mole do seu corpo é decomposta, normalmente a concha fica com a abertura voltada para cima, o que poderá acumular água de chuva e se transformar em um criadouro para as duas espécies de mosquitos. A primeira citação da utilização de concha vazia do caramujo africano como criadouro para *A. aegypti* foi feita por Trpis (1973) na Tanzânia. Segundo aquela pesquisa, as conchas vazias, quando se encontram em locais sombreados pela vegetação, servem como locais para a reprodução de diversas espécies de mosquitos. Os detritos orgânicos que elas contêm são utilizados como recursos alimentares para a deposição de larvas [...]

Para este autor, o primeiro relato sobre focos de mosquito *Aedes aegypti* em conchas de *Achatina fulica* ocorreu na Tanzânia, em 1973. No Brasil, conchas com focos de larvas foram encontradas em Campinas - SP, em 2001 (ALMEIDA, 2016). Em Manaus, foram encontradas larvas de *Aedes aegypti* em conchas de *A.fulica*. Em notícia veiculada pelo Jornal “A Crítica”, no dia 16/01/2018, Silane Souza expõe que:

[...] moradores de 12 bairros de Manaus procuraram a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) em busca de informações sobre como lidar com o caramujo africano. O molusco se prolifera nos períodos de chuva e causa apreensão, por ser vetor de doenças como a hepatite e meningite, além de, indiretamente, ter a sua carapaça servindo de criadouro para o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da Dengue, Zika vírus, Chikungunya e Febre Amarela. Por isso, a orientação de esmagar a carapaça, a fim de evitar que ela se torne um foco de larvas [...]

Além dessa informação, existem relatos de moradores que comprovam a problemática vivenciada nos ambientes de suas próprias residências. No bairro Vila da Prata, Zona Oeste, a propagação do caramujo africano é grande. A dona de casa Rose Miranda, 37 anos, moradora da Travessa Cunha Melo disse que:

[...] não dá para descansar no quintal, porque a infestação do molusco é grande, especialmente depois que chove e no final da tarde. Menciona Rose: “meu marido joga sal neles, mas não acaba, eu não sei de onde eles vêm. Antigamente, não havia caramujos africanos por aqui” [...]

De acordo com a SEMSA, em 2019, dos 63 bairros do município, 22 foram classificados com alta vulnerabilidade, a saber: Jorge Teixeira, Tancredo Neves e Coroadó, na zona leste; Colônia Terra Nova e Novo Aleixo, na zona Norte; Parque 10, Chapada, Petrópolis, Japiim e São Lázaro na Zona Sul e estão estabelecidos como prioritários para intensificação de combate ao mosquito.

Com exceção dos bairros Parque Dez e Chapada, em todos os outros bairros — classificados com alto risco para propagação do mosquito — foram encontradas grandes quantidades do molusco, entretanto se faz necessário um estudo mais detalhado para estabelecer uma possível relação do molusco com focos de *Aedes aegypti*.

2.7 Geoprocessamento e saúde

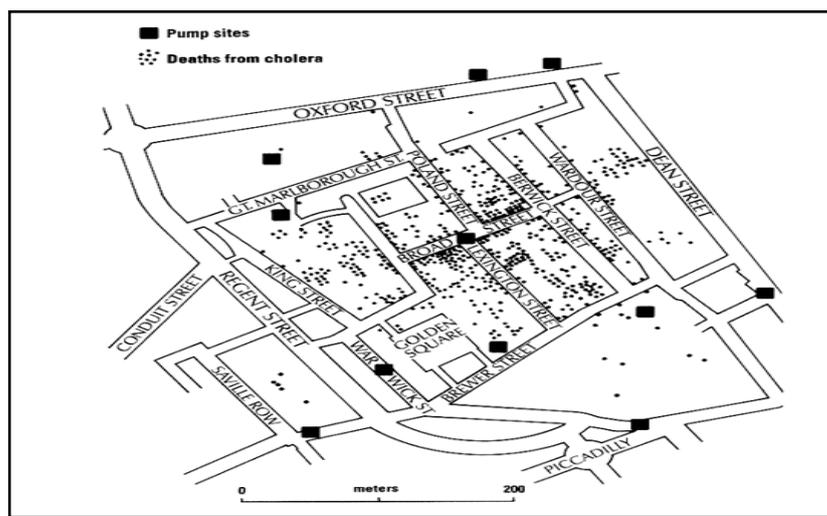
Foi somente há pouco mais de um século que os epidemiologistas e outros cientistas da área médica começaram a explorar o potencial de informações contido nos mapas, para fins de criação de padrões espaciais de doenças.

Os mapas são instrumentos importantes na análise espacial de determinada doença, apresentando os seguintes objetivos: descrever e permitir a visualização da distribuição espacial das doenças, sugerindo as variáveis ou fatores determinantes na investigação das doenças desconhecidas, que possam ser formulados em termos de hipóteses e apontar associações entre um evento e suas variáveis (BARCELLOS, 2006).

A preocupação com a distribuição espacial das doenças e a confecção de mapas epidemiológicos remonta a Londres de 1854, com o trabalho realizado por John Snow. Ele utilizou o mapeamento para localizar casos de cólera, relacionando-os com fontes de abastecimento de água contaminada da cidade (GUIMARÃES, 2001). Na ilustração exposta a

seguir (Figura 06), apresentam-se os “PUMP SITES” como os locais onde se situavam as bombas de água contaminada. A ocorrência das mortes é mais evidente em bombas situadas em áreas com maior concentração de pessoas, na legenda, expostas como “DEATHS FROM CHOLERA” ou mortes por cólera.

Figura 06 - Mapa da cidade de Londres (1854), ilustrando a distribuição da epidemia de cólera.



Fonte: DPI/INPE

Com o acirramento do processo de globalização, na segunda metade do século XX, o intenso fluxo de informação diversificou-se e facilitou o acesso aos mais variados tipos de tecnologia. Em sua obra *Natureza do Espaço*, SANTOS (2003) define o espaço geográfico como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e de ações.

Para SANTOS (2003), a desigualdade provocada pela globalização provocou mudanças internas na produção do espaço das cidades, o que estimula a competitividade entre elas, intensificando-se a desigualdade.

Essas dinâmicas espaciais, existentes principalmente nas cidades, requerem a utilização de novas metodologias para a identificação de epidemias em lugares densamente povoados. Ao considerar esses aspectos, órgãos e instituições passaram a utilizar “ferramentas” computacionais ou o Sistema de Informação Geográfica (SIG), que se constituem em diferentes tipos de tecnologias de geoprocessamento que permitem tratar um conjunto de dados de forma integrada ou individualizada, que têm a função de fornecer informações, seja na forma de dados espaciais, seja de dados de atributos (FLORENZANO, 2008).

Algumas “ferramentas” de análise espacial empregadas em pesquisa de Geografia, como, por exemplo, a Geoestatística combinada com os (SIGs), fazem da análise espacial a elaboração de modelos probabilísticos da disseminação das doenças mais confiáveis, buscando, dessa forma, correlacionar a propagação de endemias e epidemias (FERREIRA, 2014). Para uma maior disseminação e emprego dessas ferramentas, é necessária a criação de banco de dados, resultando, assim, na rapidez das análises de dados espaciais de fácil acesso.

No Brasil, o Ministério da Saúde cria o departamento de informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), que possui dados de morbidade, incapacidade, acesso aos serviços, qualidade da atenção, condições de vida e fatores ambientais, sendo estes indicadores de saúde que se traduzem em informação relevante para a quantificação e a avaliação das informações em saúde. (DATASUS, 2018).

De acordo com Ribeiro (2004), a Geografia da Saúde precisa evoluir no método quantitativo de apenas elaborações de mapas e localização das doenças para aspectos culturais que, em muitos casos, influenciam a relação saúde-doença.

A disseminação da doença no espaço, quando espacializada em uma base cartográfica, fornece elementos importantes para a construção de um modelo explicativo dos problemas no território, aumentando, assim, as ações específicas e criando subsídios para tomada de decisões pelo poder público na melhoria dos serviços básicos de saúde e na prevenção da saúde coletiva.

CAPÍTULO III - A TEORIA GEOSISTÊMICA NOS ESTUDOS BIOGEOGRÁFICOS

3.1 Geossistema: bases conceituais

As atividades humanas geram profundos impactos ao meio natural e às relações antrópicas de existência com o meio, possuem intensa complexidade a ser ainda estudada no contexto dos estudos socioambientais. Na maioria das vezes, essas atividades transformam-se em um processo sem volta, ou seja, sem retorno das condições naturais, derivado das formas de modificação da paisagem pelo homem.

Um dos grandes ramos da ciência geográfica voltado para a análise das modificações do espaço e a relação que as espécies desenvolvem para se adaptar ao meio em constante mudança denomina-se Biogeografia.

Comparando a intensa modificação do espaço terrestre pelo homem às Eras Geológicas ou à dinâmica do relevo, tem-se o próprio homem criando uma nova Era Geológica, que modificou e modifica a superfície do planeta. Sua nova era denomina-se Antropoceno, termo criado por Paul Crutzen, Nobel de química em 1995. Pode ser um fim na tabela de eras geológicas ou até mesmo a continuidade de um mosaico totalmente novo e desconhecido para as próximas gerações.

O conceito Geossistema atribuído à Teoria Geral dos Sistemas (TGS) foi proposto em 1937 pelo biólogo Ludwing Vom Bertalanffy, no seminário filosófico de Chicago, surgindo para contrapor as ideias da Teoria Mecanicista, que não atendia às expectativas de outros campos científicos à época (NETO, ROBERTO 2008, pág. 69).

Bertalanffy inicia sua carreira como biólogo na cidade de Viena, em 1920, onde se integra a um grupo de cientistas e filósofos, mundialmente conhecido, como “Círculo de Viena”. Sobre esse autor, Capra (1996) descreve que Bertalanffy traz a ideia de um sistema aberto com descrições biológicas e transformação de energia.

Bertalanffy acreditava que os fenômenos biológicos não poderiam ser descritos por leis físicas e métodos tradicionais da ciência da época e buscou substituir a ciência mecanicista por uma visão holística, acreditando que isso, poderia unificar várias outras ciências que se tornaram fragmentadas e isoladas.

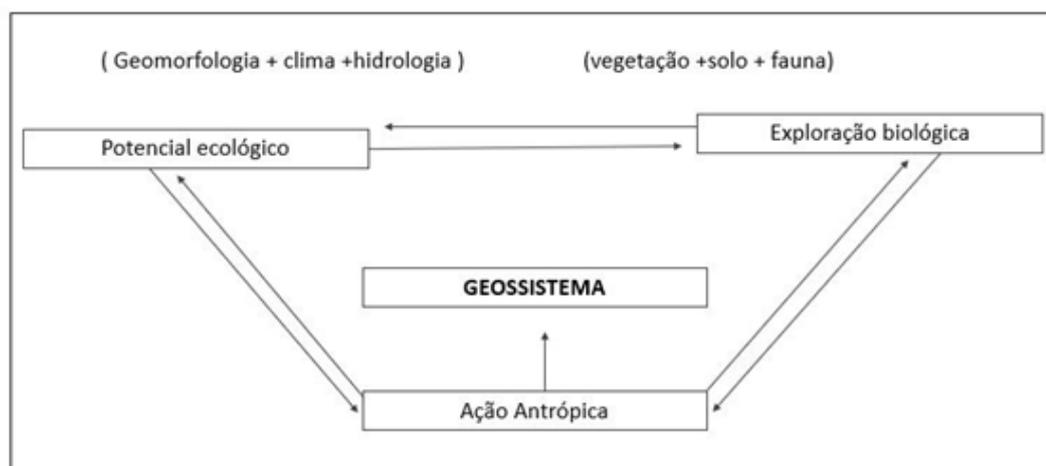
O termo Geossistema adentra a Geografia em meados do ano de 1962, com os estudos do russo Viktor Borisovich Sotchava e posteriormente com o francês Georges Bertrand (1968).

Sotchava estabelece as primeiras discussões sobre o tema, sendo que sua análise remete a paisagens naturais de grandes sistemas ecológicos da Rússia, onde o tempo e o espaço são partes de um todo influenciado pela exploração humana. Na concepção de Sotchava, Dias e Santos (2007, pág. 15), descrevem que:

“O geossistema é o resultado da combinação de fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos associados a certo(s) tipo(s) de exploração biológica. Tal associação expressa a relação entre o potencial ecológico e a exploração biológica e o modo como esses variam no espaço e no tempo, conferindo uma dinâmica ao geossistema. Por sua dinâmica interna, o geossistema não apresenta necessariamente homogeneidade evidente. Na maior parte do tempo, ele é formado de paisagens diferentes, que representam os diversos estágios de sua evolução.”

Portanto, conforme exposto anteriormente, temos Georges Bertrand resgatando o conceito de geossistema criado por Sotchava (1962), incorporando-se à ação do homem, em que a dinâmica sistêmica resulta na interação do potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica (Figura 07).

Figura 07 - Geossistema de Bertrand, 1968



Fonte: BERTRAND, G., 1968. Org. SOUZA, M, G 2020.

A partir das bases propostas pela escola soviética, Bertrand (1968) compreendeu que a capacidade de adaptabilidade do homem pode transformar o espaço terrestre, antes constituído por um manto verde e múltiplas paisagens, em um mosaico de adaptações

antrópicas. Compreender essas peças do quebra-cabeça torna-se fundamental para descrever a intensidade de modificação do espaço natural.

A mudança de concepção introduzida por Bertrand (1968) impulsionou novas formas de análise do espaço, e conseqüentemente, novas maneiras de interpretação do movimento, organização e dispersão das espécies na Biogeografia. Os conceitos outrora naturalistas ou ecológicos foram substituídos por categorias de análise espaço-temporal com unidade espacial hierárquica específica. Entretanto, devemos enfatizar que não foi somente Bertrand (1968) que se firmou como proposta da Teoria Geossistêmica para a Geografia Física. No âmbito da ciência geográfica, podemos observar quatro grupos que propuseram suas teorias:

- O primeiro grupo define o Geossistema como formação natural onde a paisagem é estruturada unicamente pela natureza.
- O segundo grupo concede o geossistema como sendo múltiplas paisagens.
- O terceiro grupo não especifica limites para a composição dos elementos no espaço.
- Para o quarto grupo, o geossistema é formado por um conjunto de elementos e há fluxo de energia e matéria, onde há entrada e saída de energia constante.

A tríade de Bertrand estabeleceu-se como a mais próxima das ideias geográficas, concebida como um sistema taxinômico classificado de acordo com sua escala. O autor propõe seis unidades de paisagens, classificadas com níveis superiores e inferiores, de acordo com sua escala de abrangência. Quadro 01.

QUADRO 01 - Sistema de Classificação espacial das paisagens, com base em Bertrand 1968.

Unidade da paisagem	Escala espaço-temporal (CAILLEUX; TRICART)	Ex: Série de Paisagens	Relevo	Elementos fundamentais
Zona	Grandeza. I (*) + DE 1.000.000 Km ²	Equatorial	Depressão Amazônica	Climáticos e Estruturais
Domínio	Grandeza .II 100.000 a 1000.000 Km ²	Floresta Equatorial Amazônica		
Região natural	Grandeza. III_IV 1000 a 100000Km ²	Floresta Ombrófila Densa		
Geossistema	Grandeza. IV – V ±10 a 1 Km ²	Planalto da Amazônia Oriental	Unidade estrutural	Biogeográficos e Antrópicos
Geofáceis	Grandeza. VI. Km ²	Latossolos amarelos	Local e microclima	
Geótopos	Grandeza. VII.(mm ²)	Quadra (parcela) da cidade Pequena área com indivíduos		

Fonte: Adaptado de George Bertrand.Elaboração: SOUZA M, G. 2020.

Nota (*) G = Grandeza entre as unidades são muito aproximadas e dada somente a título de exemplo. Conforme A. Cailleux e J. Tricart. M. Sorre R. Brunet.

Em busca de um método mais abrangente que considerasse os organismos com múltiplas adaptações ao meio e não somente uma engrenagem de seu mecanismo, a Geografia deveria se ater a uma nova visão da realidade, incorporando processos físicos, químicos e biológicos para promover uma análise integrada da natureza. Sendo assim, George Bertrand (2007) descreve que a Geografia se destaca por sua tradição de trabalhos entre o natural e o social “ *Os geógrafos são os intercessores entre certo conhecimento naturalista e certas formas de análise social*”. Com o passar do tempo, as ações da sociedade ganham importância, posto haver um entendimento que uma estrutura física não se torna paisagem se não pela ação humana.

De acordo com Maximiano (2004), a Geografia Moderna interpreta a paisagem com a interação entre a sociedade e a natureza, sendo essa interação multivariada e o produto final que pode ser cartografado, em escala macro ou em detalhes, e classificada de acordo com o método ou elemento que a compõe.

A noção de paisagem é indissociável para principalmente sua conceituação na qual a paisagem é um produto histórico das relações entre a sociedade humana e os meios “naturais” (PASSOS, 2003).

Enquanto a Ecologia realiza estudos sobre as interações das espécies com o meio ambiente, a Biogeografia incorpora a esses estudos as variáveis espaço e tempo — cuja finalidade é compor as análises e interpretações concretas referentes às relações da espécie e o meio ambiente — visando destacar a importância do conhecimento dessas variáveis como determinantes da distribuição das espécies no planeta Terra. Com o advento da Teoria Geossistêmica, a Geografia Física adquire uma estrutura metodológica com o papel interpretativo sobre as paisagens.

3.2 Biogeografia ecológica

Evidenciando os trabalhos de Bertrand (2007), ressaltam-se que as bases conceituais dos estudos sobre o Ecossistema geraram certas inquietações remetidas aos estudos de Geografia. Para esse autor, não é nada menos que um “biologismo”, e não consegue estruturar a paisagem como um todo, constituindo apenas uma visão fragmentada de um vasto conhecimento ainda por descobrir.

De acordo com Souza (2010 pág. 91), a Ecologia¹, em 1960, possuía um corpo teórico metodológico tão bem estruturado que havia feito o que a Geografia não tinha conseguido, em especial a Geografia Física: retirar o conhecimento naturalista do método de análise.

O conjunto metodológico se organizou da seguinte forma: níveis de integração dos “objetos” biológicos da célula, a biosfera, ciclos dos elementos situação do metabolismo dos seres vivos, reconstituição das cadeias tróficas, cálculo de fluxo energético e das diferentes formas de produtividade.

A substituição de conceitos naturalistas por ecossistema² passa a contribuir como a principal estratégia da Ecologia, na busca de uma nova forma de compreender a complexa organização da vida, assim se resolve por vez a análise integrada da Biosfera, ao mesmo tempo, tanto na teoria quanto na prática.

Para os geógrafos, os estudos biogeográficos direcionam-se a compreender o papel dos elementos condicionantes e dos fatores geográficos sobre a distribuição de plantas e animais na superfície terrestre, bem como as suas adaptabilidades ao meio modificado (DIAS, GUIMARÃES, 2016).

Segundo Passos (2003), a abordagem teórica e metodológica da Biogeografia possui forte influência de outras ciências, como a Ecologia, Climatologia, Biologia, Botânica e Geomorfologia. Porém a Biogeografia é um ramo da Geografia Física que notabilizou o conceito de Geossistema.

A Biogeografia Geográfica não ignora a paisagem, considerando-se que essa categoria constitui um dos seus pilares de análise e a diferencia da Biogeografia Biológica que, por sua vez, contempla análises ecológicas da superfície da Terra. Para compreender melhor essa dicotomia metodológica, utiliza-se, como base, a diferenciação de conceitos entre as duas ciências para a formulação da Biogeografia.

Nesse contexto, Troppmair (2012) descreve que a Geografia é a ciência que estuda as interações, a organização e os processos espaciais, tendo a Biogeografia como ciência integrante da ciência geográfica, com os mesmos objetivos.

¹ A palavra Ecologia deriva do grego “oikos”, que significa “casa” e “logos”, que significa “estudo”. O alemão Ernst Haeckel, em 1866, a criou para designar a ciência que estuda as relações entre seres vivos com o meio ambiente.

²O termo ecossistema foi proposto pela primeira vez pelo ecólogo inglês Sir Arthur G. Tansley, em 1935, na revista científica *Ecology*. Podemos defini-lo como um conjunto de elementos funcionais básicos, formado pelos componentes bióticos e abióticos.

Entretanto, para os biólogos Brown e Lomolino (1998, pág.5), a Biogeografia é um ramo da Biologia.

A Biogeografia é um ramo da Biologia, tendo como importante o domínio de conceitos como Ecologia e evolução, sendo necessário estar familiarizado a grupos de plantas e animais e saber algo sobre a anatomia, fisiologia, desenvolvimento e história evolutiva. Naturalmente é importante saber algo de Geografia, como, por exemplo, a posição dos continentes, a extensão de montanhas, desertos e lagos.

Essa diferenciação ocorre pelo fato de muitos autores considerarem a Biogeografia e a Ecologia como sinônimos, apesar dos objetos diferenciados nos estudos individuais de cada ciência. A Ecologia, ramo da ciência biológica, não considera o caráter de território, já a Biogeografia, ao incorporar o conceito de Geossistema, desenvolveu estudos geográficos sobre o meio, analisando a relação de causa e efeito. Contudo, ambas descrevem a complexidade do funcionamento da natureza, tornando-se a Biogeografia, para Troppmair (2012), a Geografia da Vida.

Conforme os estudos desenvolvidos por Passos (2003), existem ramificações na Biogeografia sob diferentes abordagens metodológicas, para a compreensão de múltiplas variáveis de análise espacial sobre a distribuição das espécies. Contudo, a abordagem espacial deste trabalho se dará por meio dos estudos associados à Zoogeografia, que compreende a distribuição geográfica dos animais, seguindo os fatores do meio (abióticos), que influenciam e interagem com as espécies.

Desse modo, para se entender a importância da espécie estudada, *Achatina fulica*, deve-se compreender sua origem e biodiversidade em uma perspectiva dinâmica, seguida da análise geográfica em escala e tempo local.

3.3 Géotopo como categoria de análise

Após inúmeras tentativas de estabelecer o melhor padrão para análise da paisagem, a Geografia Física moderna se assegura aos pressupostos de Bertrand e, ao passar dos anos, expandiu-se a aceitação e trabalhos nos quais a identificação da paisagem não se caracteriza somente ao meio físico, estabelecendo ramificações em outras ciências.

Para Christofollette (1981), a Geografia Física passa a ter como objetivo fundamental o estudo dos geossistemas. Por sua complexidade, a teoria geossistêmica é um sistema aberto e espacialmente natural, podendo ser simplificado e dividido em quatro aspectos.

- ✓ Morfologia: que é a expressão física do arranjo da disposição dos elementos e da estrutura espacial.
- ✓ Dinâmica: que é o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema.
- ✓ Interrelações de seus elementos.
- ✓ Exploração Biológica: fauna flora pelo próprio homem.

Por sua vez, o que se concebe como geossistema é uma análise da paisagem vertical, englobando camadas superficiais da superfície da terra que são responsáveis por distinguir adaptações e formações que propiciaram a formação da vida no espaço e tempo (TROPMAIR, 2012).

A partir do esboço teórico metodológico proposto por Georges Bertrand (1968), os geógrafos passam a desenvolver análises integradas da paisagem, com abordagens biogeográficas. Dessa forma e diante dos desafios impostos, adaptações metodológicas e adequações foram necessárias à Biogeografia. De acordo com Troppmair (2012), representa um elo entre a Geografia física, que estuda os elementos abiótico, e a Geografia humana, que pesquisa as modificações realizadas pelo homem, o que acaba por eliminar as discussões do dualismo geográfico.

Contudo as unidades propostas por Bertrand (1972), ao descrever níveis de organização superiores e inferiores, tornaram-se aplicáveis aos mais diversos ambientes. O estudo de geossistemas em áreas tropicais são recentes, passando por pesquisadores como Ab`Saber (1984), Passos (2003) e Troppmair (2012). Sendo assim, para a construção da análise biogeográfica de uma espécie invasora, deve-se atentar ao último nível inferior da escala espacial das unidades inferiores, o **Geótopo**, cujo conceito, de acordo com Georges Bertrand (1972), “*são as menores unidades de um geossistema e que correspondem a particularidades topo-geomorfológicas (geralmente servindo de refúgio a uma comunidade ou relíquia)*”.

Cabe ressaltar que há um número muito grande e comum de conceitos biológicos, além de uma certa confusão no emprego desses termos. Em Biogeografia, o termo Geótopo

também pode ser citado por alguns autores com Biótopo³ ou Ecótopo, usado como sinônimo, assim como Biocenose, que deriva da palavra Geobiocenoses ou Ecossistema, a sua diferenciação pode ser melhor empregada na ciência em que se estuda.

Em razão desse contexto e considerando-se a abordagem geográfica deste trabalho, aqui será utilizado o termo *Geótopo*, como uma unidade física, cujas condições naturais encontram-se ambientalmente alteradas em área urbana, porém são áreas que reuniram condições favoráveis à sobrevivência do caramujo africano na cidade de Manaus.

Termos como Biocenose e Biótopos popularizaram-se internacionalmente e foram utilizados para a identificação de áreas que deveriam ser protegidas em função de sua cobertura vegetal e ou espécies raras de biocenose⁴. Contudo, parece mais sensato analisar uma espécie invasora em um ambiente urbano sob uma escala fragmentada, pois estamos diante de um espaço modificado onde as informações obtidas partem de “Ilhas”, ou seja, refúgios ou lugares que conseguem manter condições perfeitas para manutenção de uma espécie que, por muitas vezes, possui características geográficas distintas e, por se tratar de um ambiente urbano, pode ser modificada a qualquer momento.

Sob esse aspecto, o mapeamento do Geótopos se torna uma valiosa ferramenta para diagnósticos ambientais integrados, visando à melhoria da qualidade ambiental e identificando possíveis “áreas problemas”, sendo o instrumento ideal para controle de espécies invasoras (MELO,2009).

Segundo Martins, Floriano (2009), os primeiros mapeamentos de Geótopos iniciaram-se no período pós-Segunda Guerra, visando à reconstrução do continente europeu e implementando políticas voltadas para o planejamento urbano, tendo como país precursor a Alemanha onde, em 1974, iniciou-se o mapeamento de áreas rurais e, 1978, de áreas urbanas.

Dependendo do local e do objetivo dos estudos, os Geótopos possuem múltiplas possibilidades de aplicação, o mapeamento pode levar em conta aspectos urbanos, rurais e industriais e, em muitos casos, as análises são complexas, necessitando de equipes multidisciplinares, identificando zonas de potencial e uso no futuro (MARTINS; FLORIANO, 2009).

³Biótopo seria “o espaço ocupado por determinada biocenose com seus diferentes tipos de vida, sendo expressão espacial que abrange os aspectos estruturais abióticos e bióticos em equilíbrio”, sendo considerado uma unidade paisagística em escala comparada a um geótopo de (Bertrand).Troppmair (1984, p. 59).

⁴Biocenose, biota ou comunidade biológica é a associação de comunidades que habitam um biótopo. O termo "biocenose" foi criado pelo zoólogo alemão Karl August Möbius, em 1877, para ressaltar a relação de vida em comum dos seres que habitam determinada região (MELO, 2009).

Estudos multidisciplinares não incomodam os geógrafos, fazendo parte do seu dia a dia, fato que, ao longo do tempo, atribuiu à Geografia o termo de ciência de síntese. De acordo com Bedê *et al* (1997), o fator decisivo para um bom detalhamento de um Geótopo está em sua escala, por constituir-se em um menor nível de detalhamento das categorias inferiores de análise. Isso atribui significativa importância ao uso de imagens de satélites, porque tais ferramentas têm sido muito úteis na identificação e detalhamento de um Geótopo.

Entretanto, o trabalho de campo é de fundamental importância na validação dos dados para se verificar — o grau de degradação antrópica, o tipo de cobertura vegetal, os processos erosivos, as unidades geomorfológicas e o refúgio de pequenos animais —, pois constituem parâmetros que influenciam na avaliação e na qualidade ambiental da análise horizontal do Geótopo.

3.4 Invasão biológica

Para muitos países, as espécies invasoras têm constituído um sério e grave problema para a economia e para o meio ambiente, além de manifestar os riscos à saúde humana. Apesar da criação de novas leis e do controle mais efetivo em portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, muitas espécies acabam por se disseminar, modificando ecossistemas inteiros (ELTON, 1958; SALA, 2000; PIMENTEL *et al*, 2001).

Em face ao intenso processo de globalização e à diversificação dos meios de transporte, as barreiras geográficas foram ultrapassadas, ocasionando-se a fixação de um número sem precedentes de espécies exóticas pelo mundo. A invasão de plantas e animais é considerada como a segunda maior perda de biodiversidade dos ecossistemas naturais, ocorrendo de forma contínua e silenciosa (DELCIELLOS, LORETTO, 2007).

De acordo com Magalhães (2015), a invasão biológica é um processo de degradação dos ecossistemas, resultado do estabelecimento de populações exóticas de indivíduos, por ação humana, em áreas que lhes guardam semelhanças com o clima, solo, relevo, altitude, hidrografia com o local de origem.

O termo invasão foi utilizado pela primeira vez, em um contexto ecológico, por Edmund Goeze (1838-1929), botânico alemão que reportou a invasão da Mangueira (*Mangifera indica L.*) na Jamaica, como exemplo de uma invasão benéfica. Desde então, o termo foi usado no contexto benéfico sem relacionar com aspectos negativos das invasões. Entretanto, o termo voltou a ser aplicado por Simberloff (2003), que descreveu um verdadeiro desastre ambiental e econômico em alguns países.

Nesse contexto, Simberloff (2003) é enfático ao afirmar que há uma confusão no emprego da terminologia das “invasões biológicas” que, muitas vezes, é usado erroneamente para descrever diferentes casos de adaptação biológica (ESPINOLA,2007). Quadro 02.

Quadro 02 - Classificações atribuídas às espécies exóticas

CLASSIFICAÇÃO	CONCEITO
Exótica casual	Espécie introduzida que consegue se tornar reprodutiva (sexual ou vegetativamente), e produzir descendentes, entretanto não forma uma população persistente e extingue-se com o tempo.
Exótica naturalizada	Quando introduzida, tem a capacidade de formar uma população persistente e de conviver com a comunidade nativa sem invadir o ecossistema, devido a limitações na dispersão, ficando restritas a áreas próximas ao local de introdução original.
Exótica invasora/ Alienígena / Não nativa / estrangeira	Uma vez introduzidas e adaptadas ao ambiente, reproduzem-se de modo consistente e mantém uma população viável autônoma, dispersando-se para áreas distantes do local de introdução original.
Espécie ruderal	Espécie nativa ou exótica resistente aos impactos antrópicos que ocorrem em áreas degradadas.
Espécie daninha	Espécie nativa ou exótica que vai contra os interesses humanos, ocorrendo em locais onde não são desejadas.
Espécie não indígenas	Quando a procedência da espécie é Quadro 1: Classificações atribuídas às espécies exóticas incertas.
Espécies Alóctone	Espécies nativas deslocadas dentro do país, por meio de transporte e comércio.
Superdominante	Espécie nativa que se comporta como invasora, mediante ao desequilíbrio ambiental.

Adaptado de RICHARSON et al (2000). MAGALHÃES, (2015). Fonte:SOUZA,M.G 2020.

Seguindo a classificação atribuída, de Richarson et al (2000), pode-se determinar o início do processo de contaminação biológica seguindo três fases:

- (1) que esteja fora de sua origem geográfica;
- (2) que sobreviva e persista;
- (3) que se torne invasora.

Ao longo da história, contudo, verificou-se que, em sua maioria, a contaminação por espécies exóticas ocorreu por introduções intencionais cujos motivos foram econômicos, sociais e ambientais (MAGALHÃES, 2015).

A introdução de coelhos na Austrália, em 1930, é um bom exemplo a ser citado. Esses animais foram importados para a realização da caça esportiva, entretanto sua reprodução descontrolada se tornou uma praga, que, mesmo depois da adoção de controle biológico nos anos de 1990, pelo governo australiano, sua população permanece expressiva até os dias atuais. Além desse, outros casos, como os mencionados a seguir, representam bem essa perspectiva:

- O caramujo africano *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) introduzido em vários países pelo mundo como substituição do escargot.
- O tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), apesar de onívoro, alimenta-se principalmente de frutas, sementes e raízes, natural da região amazônica, hoje é uma praga em rios da Ásia, onde adquiriu aspectos de peixe carnívoro.
- O mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), molusco de água doce que chegou ao Brasil em 1990, pela água de lastro de navios vindos da Ásia e hoje causa problemas nas regiões sul e sudeste do país, entupindo tubulações e turbinas de hidroelétricas.
- O javali *Sus scrofa*, (Linnaeus, 1758), javali-euroasiático que causa prejuízos no sul e sudeste, sendo encontrado em 563 municípios brasileiros, é um vetor de doenças que podem levar a prejuízos na produção da carne suína no Brasil.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, em 2019, foram identificadas 365 espécies exóticas potencialmente invasoras no Brasil e que devem ser controladas. Tabela 02.

Tabela 02 - Espécies exóticas invasoras do Brasil

Marinho	Águas continentais	Terrestres
45	101	219
42 animais	100 animais	55 animais
3 plantas	1 planta	64 plantas
Principais vias de introdução e dispersão		
Água de Lastro	Aquicultura	Plantas ornamentais
Bioincrustações em embarcações	Soltura com objetivo de pesca	Animais de estimação, transporte.

Fonte: Análise preliminar elaborada pelo Departamento de Conservação e Manejo de Espécies do Ministério do Meio Ambiente (2019). Elaborado por Souza, M.G. 2020.

Desse modo, apesar de inúmeros registros pelo Brasil, de acordo com Magalhães (2015), na região Amazônica, chega ser inexpressivo o quantitativo de dados relacionados às espécies invasoras e suas ocorrências. Toda a atenção dos estudos é atribuída à descoberta de novas espécies e aos trabalhos de manejo florestal, além da química do solo, climatologia e o reconhecimento do próprio bioma. O caso mais documentado o da espécie australiana *Acacia mangium* (Willd, 1806).

A espécie foi introduzida no estado de Roraima, em 1998, para um plantio experimental sob o pretexto econômico de reflorestamento de áreas degradadas e alta produtividade de madeira. Segundo Attias *et al*, (2013), ocorreu também a doação de mudas em escolas públicas para a população de Boa Vista, o que facilitou o processo de invasão da *Acacia australiana*.

Para evitar a ampliação desse quadro, o Brasil conta com uma moderna legislação que descreve uma trajetória de acordos internacionais, convenções, protocolos, decretos, resoluções, leis federais, deliberações, portarias e instruções normativas. Todo esse arcabouço jurídico visa normatizar as políticas públicas nas esferas administrativas federal, estadual e municipal.

Diante do exposto, ao quadro de fiscalização e à distribuição de poder na tomada de decisão, adiciona-se o empecilho para atuação efetiva de uma política nacional de enfrentamento decorrente de espécies exóticas. Cabe ressaltar que deve haver a integração incondicional de instituições da saúde, meio ambiente e agrícola, para concentrar esforços no combate a essa problemática que não se trata de um caso isolado, mas mundial.

CAPÍTULO IV -O ACHATINA FULICA (BOWDICH, 1822)

4.1 Quem foi Bowdich

A primeira descrição da espécie *Achatina fulica* foi elaborada por Thomas Edward Bowdich, 1791 - 1824. Bowdich nasceu em Bristol, na Inglaterra — sendo considerado por muitos como um brilhante negociador — é mais conhecido por seus trabalhos na área da Antropologia. Bowdich publicou uma série de obras que perpassa por estudos de Antropologia, Geologia, Botânica, Geomorfologia e Paleontologia (OXFORD, 2004).

Por volta de 1814, por influência do tio John Hope Smith, conseguiu um cargo de escriturário na Royal African Company, de onde foi enviado à cidade do Cabo, em Gana. Em 1816, integrou-se à missão, destacando-se em negociações com o rei do povo Asante. Assim, mantém os interesses britânicos em Gana assegurando a paz na região (GÓIS, 2013).

Durante a permanência em Kumasi, cidade central de Gana, Bowdich fez um esforço conjunto para coletar exemplos representativos de artesanato local. Sua pequena coleção pode ser facilmente dividida em categorias como o trabalho em ouro, trabalho em madeira e carpintaria, trabalho em metal, têxtil, trabalho em couro e cerâmica. Suas anotações minuciosas continuam como o melhor relato da estrutura social e cultural do povo Asante de Gana para historiadores e antropólogos (OXFORD, 2004).

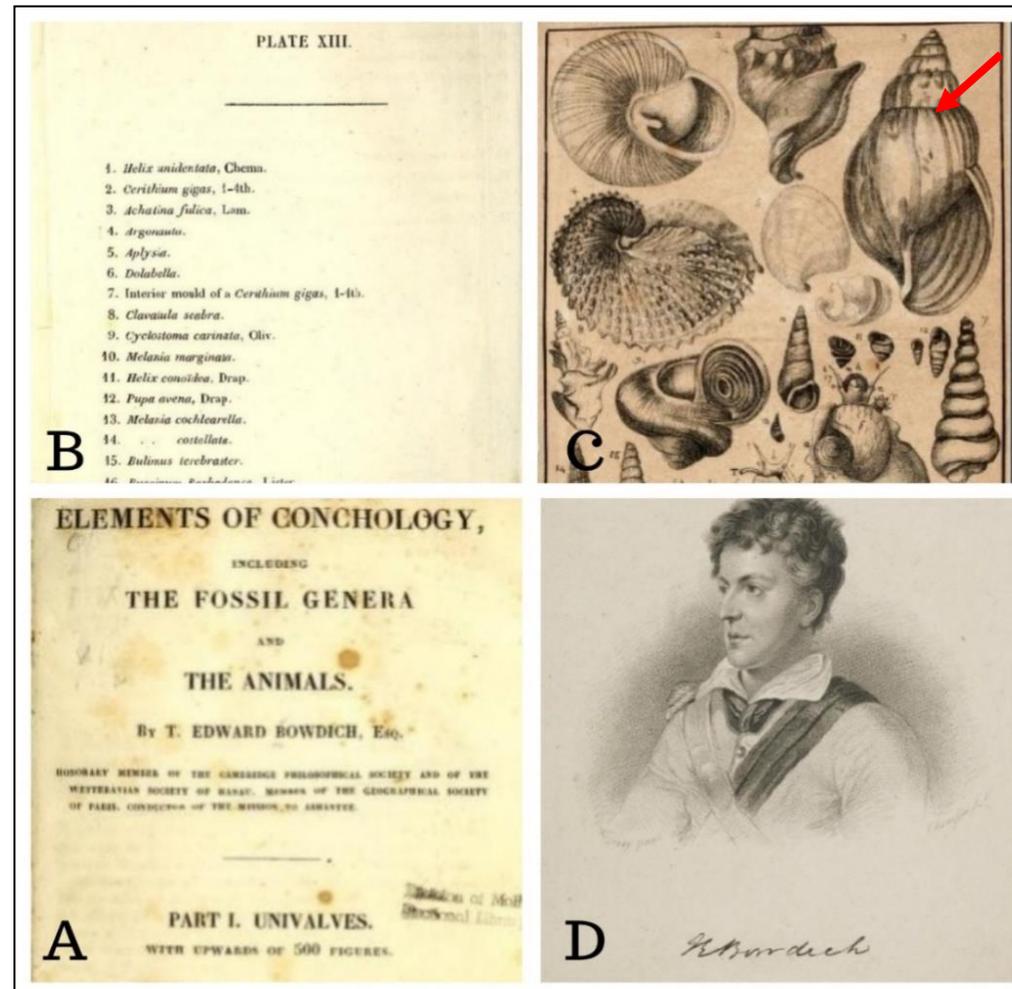
Não tendo nenhum reconhecimento em seu cargo, em 1818, Bowdich partiu para Paris, onde estudou matemática, física e História Natural. Em seguida, passou a ter contato com Alexander von Humboldt e outros cientistas que o ajudam em suas pesquisas (BISCOITO, 2017).

A primeira referência e ilustração de macrofósseis de plantas e da espécie *Achatina fulica* aparece na obra póstuma de Bowdich publicada por Sarah Bowdich, sua esposa, Elementos da Conchologia, incluindo os Gêneros Fósseis e os Animais (1822). O trabalho incluía também listagens, ou simples referências, de plantas, insetos, moluscos, aves e peixes (BISCOITO, 2017).

Para Bowdich, Conchologia limitava-se ao estudo de conchas, incluindo-se o estudo de conchas de moluscos terrestres e de água doce, bem como conchas marinhas. Atualmente, a Conchologia é vista como um estudo arcaico, porque confia apenas um aspecto da morfologia de um organismo, o que pode ser enganador.

Bowdich faleceu em Banjul, capital da Gâmbia, em 10 de janeiro de 1824, atacado pelo paludismo “Malária” quando realizava sua terceira viagem a África (GÓIS, 2013). Figura 08.

Figura 08 - Fonte : Biblioteca do Patrimônio da Biodiversidade.



A – Livro Elementos da Conchologia, incluindo os Gêneros Fósseis e os Animais (1822); B – Citação da espécie *Achatina fulica* e outros moluscos; C- Ilustração científica da concha do *Achatina fulica*; D – Gravura pontilhada em papel. Thomas Edward Bowdich. Artista: James Thomson 1824. Org: SOUZA M, G. 2020.

4.2 A origem dos Gastrópodes

Os gastrópodes são originários da África, representados por 200 espécies, atualmente presente em todos os continentes com exceção dos polos, é o mais bem-sucedido grupo zoológico conhecido pela ciência, segundo Raut e Barker (2014). Com grande diversidade de formas e adaptações, ocupa habitats marinhos e terrestres, sendo somente superados pelos Artrópodes “Insetos” (AQUINO, 2010).

Evidências paleontológicas indicam que os moluscos tiveram a sua origem nos oceanos há cerca de 570 milhões de anos, no período geológico denominado Cambriano, de acordo com os estudos de Colley, Simone e Silva (2012). O filo é o *Mollusca*, que agrupa os animais conhecidos por caracóis, lesmas, lapas e búzios, sendo representados por aproximadamente 100 mil espécies vivas e 70 mil fósseis (COLLEY, 2010).

Segundo Barker e Watts (2002), ainda não foi possível constituir uma árvore genealógica da espécie, sua evolução histórica permanece desconhecida e sua origem remete-se à floresta africana. Sua ocorrência é detectada em ambientes extremos, desde as elevadas profundidades até às altitudes superiores a três mil metros. Nesses ambientes, o molusco adquire variados hábitos e adaptabilidade ao meio (COLLEY, SIMONE E SILVA, 2012).

As espécies mais conhecidas e bem estudadas são aquelas que apresentam alto valor comercial e influenciam na economia de alguns países, especialmente o grupo das bivalves (ostras, mexilhões e vieiras) e os gastrópodes (caramujos e lesmas) ou que possuem interesse médico-veterinário, por se constituírem pragas, causando problemas aos animais domésticos e ao próprio homem.

Muitas espécies atingiram neste século o status de praga, graças ao deslocamento de pessoas e ao rápido acesso aos meios de transporte — dispersados acidentalmente ou propositalmente — fato que tornou necessário um controle mais efetivo, pelas autoridades competentes, em uma tentativa de diminuir os danos aos ecossistemas que não foram sequer mensurados (Figura 09).

Figura 09 - *Achatina fulica* (Bowdich, 1822), encontrado em Manaus durante o levantamento de campo no bairro de Santo Antônio.



Fonte: Souza M, G. 26/04/2019

Classificação da espécie *Achatina fulica*.

Reino: Animalia

Filo: Mollusca

Classe: Gastropoda

Ordem: Stylommatophora

Família: Achatinidae

Espécie: *Achatina fulica* (Bowdich, 1822).

A espécie *A.fulica* é originária de terras baixas e úmidas — naturalmente de áreas tropicais — a maioria das espécies são de áreas de floresta, como observado por Pilsbry (1919). Com espécies vivendo também em áreas de savanas, o caramujo possui grande adaptabilidade às florestas modificadas, com espécies sendo encontradas em áreas de bordas próximas às fazendas e às terras agrícolas (OWEN, 1965; CROWLEY E PAIN, 1970; TATTERSFIELD, 1996).

Em sua região de origem, não é considerado um problema. Ao contrário disso, é muito apreciado por sua carne rica em ferro, sendo coletado por povos da África Ocidental e

Central, para suprir a carência de proteína. Com elevado preço da proteína animal (frango, porco, gado), o *Achatina* tornou-se muito popular nessas regiões, servindo de alimento para as comunidades mais pobres Hodasi (1989). Figura 10.

Figura 10 - Espécie de caracol gigante que vive nas florestas de Gana.



Fonte: <https://www.meus365dias.com/fotos-de-caramujos-africanos-gigantes/> Acesso 26/06/2019.

4.3 Comportamento da espécie *Achatina fulica*

O comportamento do *Achatina fulica* em ilhas do Pacífico geralmente começa com a aproximação da escuridão ao pôr do sol. Estudos demonstraram um ritmo circadiano⁵ na atividade de *Achatina fulica*, que é dependente das condições de temperatura e luz, mas regulado por efeitos de hidratação (TAKEDA, OZAKI 1986).

De acordo com Mead (1961), o *Achatina fulica* persiste, mas não se desenvolve em temperaturas de 6 a 7°C. Com base em observações no Havaí, Mead (1979) estabeleceu uma temperatura ótima para sobrevivência do *Achatina fulica*, que foi 26°C. De forma concomitante, conseguiu prever uma temperatura máxima de 29°C e uma temperatura mínima de 9°C. Nesse intervalo estabelecido, as condições ambientais são consideradas excelentes para a vida do molusco.

Singh e Birat (1969), registraram atividade de *Achatina fulica* a uma temperatura de 8,8° C. Rout e Ghose (1984) afirmaram que molusco sobreviverá dentro da faixa de

⁵Nota: Ritmo circadiano ou ciclo circadiano designa o período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de quase todos os seres vivos, sendo influenciado principalmente pela variação dos seguintes fatores: luz, temperatura, marés e ventos entre o dia e a noite.

temperatura de 0 a 45°C, mas, para o aumento da população, a faixa de temperatura de 22 a 32°C é a mais propícia.

Estes últimos autores descobriram que a eclosão de ovos não ocorre em temperaturas inferiores a 15°C. Nas Ilhas Bonin, no Pacífico, as temperaturas no inverno são tipicamente tão baixas quanto 7° C ao entardecer. Porém algumas espécies invasoras possuem particularidades adaptativas às mudanças climáticas extremas e, dificilmente, irão chegar à classificação de praga ou infestação devido à dificuldade de adaptabilidade a fatores no ambiente de cada região.

Outro fator observado quando da alta mortalidade do molusco se deve à ausência de precipitação e à constante insolação. Em Calcutá, na Índia, registrou-se 100% de mortalidade, durante um período de sete meses (novembro a maio), quando as temperaturas oscilaram 38°C (Rout e Ghose, 1984).

O período de estivação, ou seja, de hibernação do *Achatina fulica*, dura de 2 a 10 meses, dependendo da Zona Climática, contudo, uma precipitação de 50 milímetros pode determinar o fim da estivação. Muitas vezes, nos Trópicos, a estação seca pode ser interrompida por ocasionais e breves períodos de chuva (ROUT e GHOSE, 1984).

Em Chichi Jima, a maior das ilhas do arquipélago do Japão, Omiyama (1992) observou que o *Achatina fulica* de maior idade retorna ao mesmo local de repouso após a atividade de cada noite, enquanto o *Achatina fulica* jovem tende a usar locais de descanso diferentes todos os dias.

Da mesma forma, Panja (1995), trabalhando em Calcutá na Índia, registrou a ausência dessa atividade no *Achatina fulica*, e algumas espécies de gastrópodes terrestres têm demonstrado a quimiorrecepção de odores no ar a partir do local de origem (CHELAZZI, 1991; COOK, 2001).

Os animais podem retornar aos seus habitats de origem, mesmo que tenham sido transportado experimentalmente a 30 metros de distância. Com referência a esse tema, trabalhos desenvolvidos por Tomiyama (1992) sugerem que a quimiorrecepção distante está envolvida no comportamento de *Achatina fulica*.

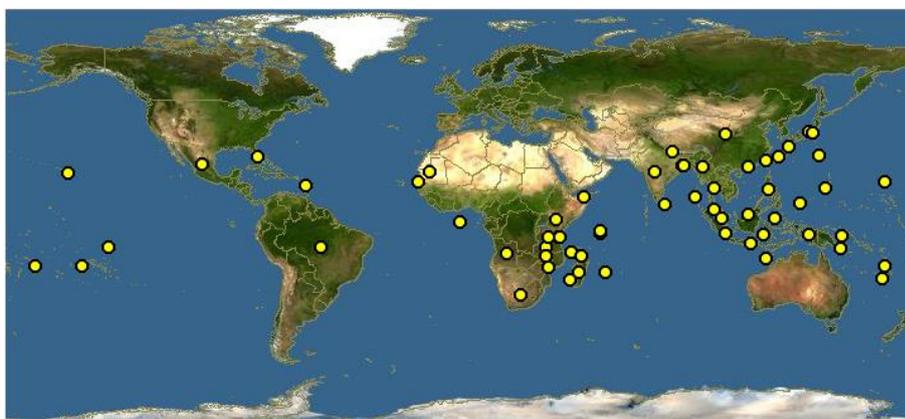
4.4 Dispersão e medidas de controle químico e biológico da espécie pelo mundo

A disseminação do *Achatina fulica* fora de sua origem geográfica (continente africano) foi discutida por muitos autores ao longo da história, Pilsbry (1919) Mead (1961), Wolfenbarger (1971), Lambert (1974), Srivastava (1992), Civeyrel e Simberloff (1996),

Cowie (2000) e Barker e Watts (2002). Todos concordam que sua ocorrência pelo mundo deu-se por meio da ação humana no transporte e comércio.

A classificação de várias espécies africanas de molusco para fins comerciais só piorou a disseminação pelo mundo e, quando não classificadas como fonte de alimento em alguns países, receberam o título de praga e passou a ser combatida. Grandes lotes foram exportados para a Europa e América a partir de Taiwan - China, onde o preço elevado no mercado internacional atraiu outros países, aumentando a demanda e chegando a América do Sul por volta de 1980 (MEAD, 1982). Figura 11.

Figura 11- Distribuição espacial do *Achatina fulica* pelo mundo.



Fonte: <https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Achatina+fulica>. Acesso em 25/06/2019.

A disseminação de espécies exóticas pelo mundo traz consigo problemas de modificação do ecossistema e danos à economia local. Com o *Achatina fulica* não é diferente, na literatura são descritos danos à agricultura, doenças relacionadas a plantas, a animais domésticos e ao próprio homem.

Para contornar esses problemas, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ocorrida em 1992, no Rio de Janeiro - RIO 92-, estabeleceu acordos internacionais. Sendo assim, foi criada a Convenção Sobre Diversidade Biológica (CDB), que estabelece, no Artigo 8º, o compromisso dos países signatários em “Impedir que sejam introduzidas, controlar ou erradicar espécies exóticas que ameacem os ecossistemas, habitats ou espécies”.

Mesmo sendo considerada uma das 100 maiores pragas invasoras do mundo (Prasad, 2004), (Colley, 2010), ações integradas de controle ou erradicação pelo mundo dificilmente

são realizadas ou documentadas, e áreas com grandes infestações são descritas na literatura antes da década de 60, de acordo com Raut, Barker (2002).

Tem-se usado o controle químico e biológico para tentar diminuir a proliferação da espécie, porém, em muitos casos, devido a variedades de ambientes, a cultura local e ao alto custo envolvido, pouco se fez, ou simplesmente não se fez nada, para o controle ou erradicação da espécie.

A história assinala que houve várias tentativas de extermínio da espécie, por meios biológicos, que se constituíram como desastrosas e, por meios químicos, sem nenhum efeito imediato, que exterminaram inclusive espécies endêmicas, tendo como método mais viável a catação do molusco (COWIE, 2003). Porém, dois relatos de sucesso foram registrados quanto ao extermínio da espécie na Austrália e nos Estados Unidos. Na cidade de Miami, gastou-se mais de 1 milhão de dólares para exterminar 18.000 caramujos presentes em 42 quadras, sendo necessários seis anos, usando-se iscas com veneno, catação por profissionais capacitados e campanhas de educação ambiental (SIMBERLOGG, 2002).

Em algumas ilhas do Pacífico, as pessoas possuem “certa resignação” com a espécie, em áreas infestadas, e não há nenhuma preocupação em erradicar ou controlar o *Achatina fulica* (Mead, 1979, p. 8).

Em livro publicado pela Universidade de Chicago em 1961, Albert Raymond Mead, que é considerado um especialista na área do gigante caramujo africano, descreveu que a chegada do *Achatina fulica* das Ilhas do Pacífico aos Estados Unidos ocorreu pelo transporte de cargas e espório de guerra (Figura 12).

Figura 12 - Os inspetores da Califórnia - Los Angeles descobrem caramujos em uma carga de material de guerra da ilha de Guam, no Pacífico.



Fonte: Mead, 1961.

Segundo Colley (2010), todas as tentativas de controle do *Achatina fulica* pelo mundo têm como base uma extensa literatura de pesquisadores como o estadunidense Albert R. Mead e o neozelandês Gary M. Barker, juntamente com o indiano Srimanta K. Raut, que desenvolveram e adaptaram estudos com base em uma série de outros pesquisadores. A compilação dessas informações é usada até hoje para o combate ao *Achatina fulica*.

De acordo com Colley (2010), a utilização de controle biológico para o combate do *Achatina fulica* teve início na década de 1950, em substituição às medidas de controle químico, que possuíam muitas críticas de ambientalistas.

Na tentativa de controlar a disseminação da espécie pelo mundo, optou-se pela utilização em larga escala do controle biológico, a inserção de novas espécies em ecossistemas até então desconhecidos. Tal técnica mostrou-se desastrosa, tendo em vista a extinção de espécies endêmicas e o estabelecimento sem controle de novas espécies que logo se tornaram pragas piores que o próprio *Achatina fulica* (MEAD, 1961).

Logo, muitos inimigos naturais foram testados em países fora do continente africano, na tentativa de frear a alta densidade populacional e a infestação de novas áreas. Quadro 03.

Quadro 03 – Inimigos naturais da família Achatinidae origem africana e utilizadas fora do continente como controle biológico.

TAXON FAMILIA	ESPÉCIE	ORIGEM GEOGRÁFICA
COLEOPTERA	<i>Tefflus carinatus</i> Klug, 1853 	ÁFRICA CENTRAL
	<i>Tefflus zanzibaricus alluaudi</i> Stenberg, 1894 	
DRILIDAE	<i>Tefflus tenuicollis</i> Fairmaire, 1894 	ÁFRICA OCIDENTAL
	<i>Selasia unicolor</i> Guérin-Ménéville, 1829 	
STREPTAXIDAE	<i>Edentulina obesa</i> Taylor, 1877 	

Fonte: RAUT & BARKER, 2002; COLLEY, 2010. Org. Souza M.G.2020.

Segundo Raut e Barker (2002), todas as tentativas de utilização de controle biológico empregadas dentro e fora do continente africano falharam, por não seguir a regra primordial do controle biológico. Para ele ser efetivamente seguro, o inimigo (parasita, predador ou patógeno) deve atacar unicamente a espécie alvo, e isso não ocorreu com *Achatina fulica*.

Para Raut e Barker (2002), as espécies introduzidas e que conseguiram se adaptar levaram espécies nativas à extinção e tiveram pouca ou quase nenhuma influência sob a população do *Achatina fulica*. Quadro04.

Quadro 04 – Inimigos naturais de gastrópodes terrestres que ocorrem fora da África, os quais foram introduzidos como meio de controle biológico de *Achatina fulica*.

TAXON FAMILIA	ESPÉCIE	ORIGEM GEOGRÁFICA
RHYMCHODEMIDAE	<i>Platydemus manokowari</i> (Beauchamp, 1963) 	PAPUA NOVA GUINÉ, OCEANIA
LAMPYRIDAE	<i>Lamprophorus tenebrosus</i> (Walker) 	SRI LANKA
	<i>Colophotia concolor</i> (Oliver, 1886) 	SULDESTE ASIÁTICO
OLEACINIDAE	<i>Oleacina oleacea</i> (Deshayes 1830) 	MOLUSCO CARNIVORO ILHA DE CUBA
RHYTIDIDAE	<i>Victaphanta compacta</i> (Cox & Hedley) 1912 	AUSTRÁLIA
COENOBITIDAE	<i>Coenobita cavipedes</i> Stimpson 1858 	MALÁSIA

Fonte: RAUT & BARKER, 2002; COLLEY, 2010. Org. Souza M.G.2020.

O mesmo ocorre com vírus e bactérias introduzidos ou criados em laboratório para o controle biológico, pois se sabe que plantas ou animais inoculados, ou expostos a esses tipos de patógenos ao longo do tempo, passam pelo processo de imunização, suas populações, em um primeiro momento, descrevem uma queda abrupta, porém passageira, decorrendo para um novo estágio de propagação e evidenciando, assim, a resistência da espécie a essas medidas (RAUT e BARKER, 2002). Quadro 05.

Quadro 05 – Lista de inimigos naturais de gastrópodes terrestres que foram citados como parasitas de *Achatina fulica*.

TAXON FAMILIA	ESPÉCIE	ORIGEM GEOGRÁFICA
BACTÉRIA	Aeromonas Hydrophyla (Beijerinck, 1901) 	Responsável pelo declínio da população de <i>Achatina fulica</i> em Singapura, Sri Lanka, Hong-Kong, Tailândia, Bangkok, Havaí, Índia, Ilhas Adams. Causa lesões leucodérmicas e gera epidemia no <i>Achatina fulica</i> .
	<i>Trichodina</i> sp. 	Parasita de pouco impacto, registrado na Índia.
Rhabditidae(VERME)	Espécie indefinida 	Registrado consumindo <i>Achatina fulica</i> na Índia, mas seus efeitos como regulador da população do molusco são ainda desconhecidos.
Metastrongylidae (VERME)	<i>Angiostrongylus cantonensis</i> (Chen,1935) 	Utiliza <i>Achatina fulica</i> e outros gastrópodes como hospedeiro intermediário e ratos como definitivo. Está disperso na Ásia e Pacífico.
Metastrongylidae(VERME)	<i>Angiostrongylus costaricensis</i> (Moreira & Céspedes, 1971) 	Utiliza <i>Achatina fulica</i> e outros gastrópodes como hospedeiro intermediário e ratos como definitivo. Está disperso nas Américas.

Fonte: RAUT & BARKER, 2002; COLLEY, 2010.Org. Souza M.G.2020.

Doenças têm sido registrada em populações muito densas de *Achatina fulica*. De acordo com Mead (1961); Raut e Ghose (1984), em alta densidades populacionais, é comum encontrar individuo com lesões leucodérmicas (lesões na superfície da pele) causadas por bactérias. O aumento na densidade populacional facilita a transmissão semelhante a uma epidemia em seres humanos, entretanto existem evidências sugerindo que uma boa parte na queda desses números populacionais seja uma clara atuação de bactérias (CIVEYREL E SIMBERLOFF,1996)

Estudos realizados por Civeyrel e Simberloff (1996) indicam que espécies escolhidas para o controle biológico, como o *Euglandina rosea* (Férussac 1818), possuem um potencial mais elevado para patógenos como o *Angiostrongylus cantonensis* do que o próprio *Achatina fulica*. Essa espécie de caracol carnívoro tem levado à extinção inúmeras espécies endêmicas nas ilhas havaianas (Figura.13).

Figura.13 - *Euglandina rosea* - Ferrusac (1821).



Fonte: Brodie, G. & Barker, G.M. 2012

Para conter a infestação do molusco, muitos países recorreram à utilização de produtos químicos em larga escala, essa técnica foi muito criticada por ambientalistas. Tendo pouca eficiência a longo prazo, em virtude da contaminação do solo, ocasionou a morte de pássaros que se alimentavam dos moluscos mortos, levando à extinção de espécies endêmicas. A grande maioria desses produtos possuem em sua fórmula componentes como metaldeído, carbamatos e ferros fosfatados.

O metaldeído provoca um desequilíbrio na produção de muco, levando a espécie à desidratação; já compostos de carbamatos atuam na disfunção de neurotransmissores, causando a paralisia muscular. Elementos químicos à base de ferro fosfatados possuem pouca informação de sua aplicabilidade em campo, sabendo-se apenas que atuam no sistema respiratório do molusco causando insuficiência respiratória.

4.5 O *Achatina fulica* no Brasil

No Brasil, o *Achatina fulica* foi introduzido na década de 1980, no estado do Paraná e, em outubro de 1990, foram vendidos 100 lotes da espécie em atividades comerciais da VI Feira Agropecuária de Curitiba (ALMEIDA, 2016).

Em 1998, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), preocupado em normatizar as regras para criadouro da espécie, estabeleceu a Portaria 102/98, que regulamentou os criadouros de fauna exótica para fins comerciais e registro junto ao órgão. Mesmo assim, a portaria não impediu a construção de criadouros ilegais por todo o país.

Cursos em fitas de vídeo, propaganda e elaboração de cartilhas de como criar a espécie com baixo custo e alto lucro, sob o pretexto de uma lucrativa fonte de renda — que prometia substituir o escargot francês, espécie muito apreciada na culinária internacional — só aumentaram a procura. Porém, segundo especialistas, a carne não agradou ao paladar por apresentar um sabor amargo (ALMEIDA, 2016).

Após um surto de progresso, veio o declínio. De acordo com Aquino (2010), o descarte do molusco pelos próprios donos veio com a pressão da imprensa, que noticiava a espécie como hospedeira de vermes prejudiciais à saúde humana. Tal fato foi agravado quando, em 20 de janeiro de 2003, em parecer publicado pelo Ministério da Agricultura, estabeleceu-se como ilegal a criação de *Achatina fulica* no país, e determinou-se a erradicação da espécie.

A consequência disso foi o descarte de animais ainda vivos no meio ambiente. Donos de criadouros ilegais, com medo de multas e associação de contágio por doenças perigosas, simplesmente descartaram grande quantidade de caramujos no ambiente.

Após 40 anos de sua introdução no país, o *Achatina fulica* está presente em 26 capitais e no Distrito Federal. Ao analisarmos os estudos de sua ocorrência em bases de dados, podemos encontrar trabalhos científicos em 14 estados. Tabela 03.

TABELA 03. Trabalhos científicos sobre a ocorrência do <i>Achatina fulica</i> no Brasil por estados.				
Norte	Nordeste	Centro oeste	Sudeste	Sul
Amapá	Ceará	Goiás	São Paulo	Paraná
Tocantins	Paraíba		Rio de Janeiro	Santa Catarina
Amazonas	Sergipe		Minas Gerais	
	Bahia		Espírito Santo	

Fonte: Google Acadêmico, SCIELO (Scientific Electronic Library Online), BVS (Banco Virtual da Saúde), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações). Organizado pelo Autor, 2019.

Foram encontrados 11.700 citações para artigos científicos do *Achatina fulica* em cerca de 235 mil páginas que citam o caramujo africano no Brasil.

A disparidade mostra que a espécie está com frequência na mídia, principalmente em jornais e revistas populares, sendo o principal tema citado seu possível contágio e letalidade advinda de nematódeos. Segundo Colley e Fischer (2009), notícias populares sobre a espécie são mais valorizadas, a cada novo caso registrado de contágio, do que artigos científicos que tratam de sua ocorrência pelo país.

Por se tratar de uma espécie exótica, o estudo do *Achatina fulica* no Brasil pode ser dividido em três fases distintas:

- A primeira fase trata sobre a sua ocorrência e tenta esclarecer, por meio de variáveis ambientais, quais os fatores biogeográficos que contribuem para sua expressiva densidade em alguns estados da federação.
- A segunda fase caracteriza-se pela análise laboratorial quanto à procura por nematóides e outros parasitas de importância médico-veterinária, tendo em vista casos registrados de *Angiostrongylus cantonensis*⁶ no Brasil.
- A terceira fase considera o caramujo como uma espécie exótica que deve ser exterminada ou controlada. Sendo assim, encontramos vasta literatura de métodos de combate em manuais e relatórios de vigilância em saúde.

⁶*Angiostrongylus cantonensis*, nematódeo cujo ciclo evolutivo ocorre no sistema arterial de roedores, canídeos e felídeos, com a presença de vermes adultos nestes animais, enquanto que os estágios larvários desenvolvem-se em moluscos, tais como caramujos, caracóis e lesmas. Esta parasitose era considerada exótica há alguns anos, e sua ocorrência recente certamente está ligado a mudanças ambientais geradas pela introdução de um potencial vetor, um molusco trazido da África para servir de alimento humano – o *Achatina fulica* (OLIVEIRA et al.,2018).

CAPÍTULO V- RESULTADOS

5.1 Adaptabilidade ao ambiente Amazônico

Conhecer os aspectos biogeográficos do *Achatina fulica* no ambiente urbano de Manaus foi o primeiro passo para diagnosticar o quadro atual de disseminação dessa espécie, visando à promoção, de médio a longo prazo, de políticas públicas que tratem sobre seu manejo.

A sazonalidade do ciclo biológico do *Achatina fulica* na cidade de Manaus possui algumas adaptações da espécie aos fatores climáticos da região, que influenciam em um padrão comportamental já descrito pela literatura em outros países, ou simplesmente variações comportamentais adaptativas que mantêm sua dispersão pela zona urbana.

O *Achatina fulica* possui hábitos noturnos como a maioria dos gastrópodes terrestres; assim depende sensivelmente do fator umidade, sendo este um fator que contribui para sua alta atividade comportamental. No caso da cidade de Manaus, sua atividade é restringida apenas pelas condicionantes climáticas, porém ele se faz presente nos horários diversos, em períodos de pós-chuvas, durante a estação úmida, estabelecida entre os meses de dezembro a maio.

Ao analisarem uma série temporal de médias mensais provenientes de 48 estações meteorológicas, especialmente distribuídas pela Amazônia, os autores Salati e Marques (1984) descreveram a amplitude térmica, para um determinado período de tempo, na ordem de 1-2°C, sendo que, especificamente em Manaus (AM), registraram-se extremos de temperatura nos meses de setembro (27,9°C) e abril (25,8°C).

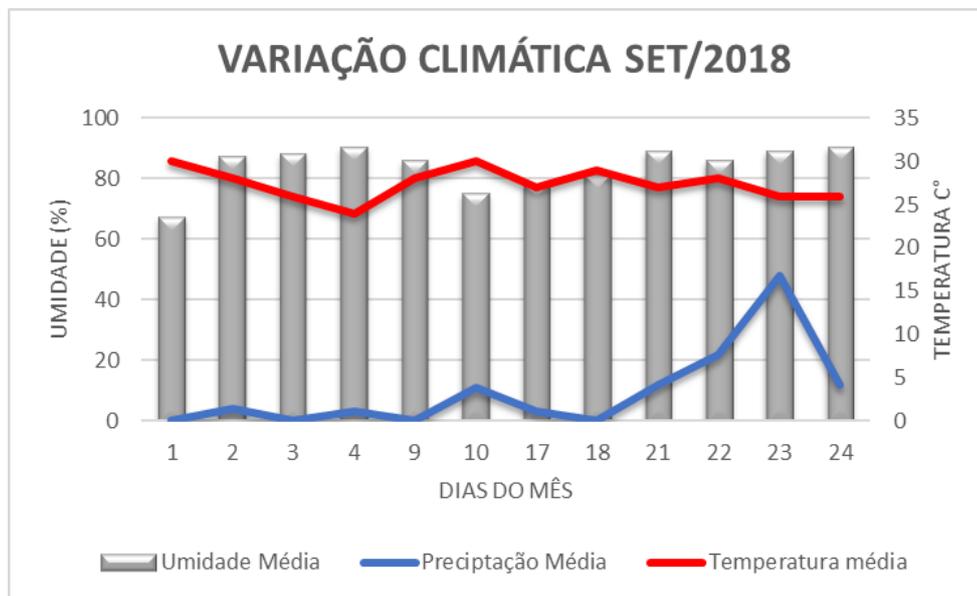
Nesse contexto, segundo Mandu (2019), as tendências no índice de calor em Manaus, no período de 1986 a 2017, apontam mudanças na amplitude térmica de até 3°C e umidade relativa de 81,3%, o que pode estar relacionado com o aumento da urbanização.

Os levantamentos para a verificação da ocorrência do *Achatina fulica* nas zonas da cidade teve início em primeiro de setembro de 2018, porém não foram encontrados exemplares em nenhum ponto descrito por moradores dos bairros visitados na cidade. Esse período coincidiu com o ápice do verão manauara.

No período de 01 de setembro de 2018 até o dia 18 do mesmo mês, o valor médio de temperatura foi de 30°C, com média de umidade relativa do ar variando em torno de 89.4%, conforme dados do INMET, em 2018. Vale mencionar que temperaturas elevadas não favorecem a permanência dos moluscos no ambiente.

O “despertar” do *Achatina fulica* nas zonas urbanas de Manaus pode ter ocorrido na segunda quinzena de setembro, quando se notou a presença de moluscos em vários pontos da cidade durante as inspeções de campo. Ao analisar os dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), verificou-se uma temperatura média variável de 27.8°C e uma umidade relativa do ar de 86.2%, seguida de precipitação de 22.5 milímetros (INMET, 2018). Os valores estão expressos no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Variação Climática de Manaus, setembro de 2018



Fonte: INMET (2018) Elaboração: Souza M, G. 2018

A precipitação de 22 mm, registrada entre os dias 22 e 23 de setembro, não foi suficiente para o *Achatina fulica* manter-se fora do período de estivação. Os exemplares que foram encontrados durante o levantamento de campo nos dias 24/ 25 /26 e 27 encontravam-se mortos, possivelmente em decorrência das temperaturas elevadas e da escassez de chuvas. Nesses dias, a temperatura atingiu 30°C e não ocorreu registro de precipitação, ocasionando, assim, mortalidade de *Achatina fulica* em Manaus (Figura 14). Estes resultados corroboram com os encontrados por Rout e Ghose (1984), em Calcutá na Índia, onde registrou-se 100% de mortalidade durante temperaturas que oscilaram a casa dos 38°C.

Figura 14 - Mortalidade de *Achatina fulica* registrada nos dias com temperatura elevada e ausência de precipitação.



Fonte: Souza M, G. 26/11/2018

Qualquer lugar que ofereça proteção adequada contra luz e dissecação será usado pelo *Achatina fulica* nas áreas urbanas. Segundo Almeida (2013 p. 54), “a sobrevivência do molusco ao longo do ano só é possível pelo sombreamento das árvores e uma grossa camada de serrapilheira no solo, o que contribui para manter a umidade”. Na floresta Tropical, esta necessidade não é urgente, pois frequentemente são encontrados em troncos e folhagem úmida da floresta (FISCHER, 2006, p.2).

No levantamento de campo realizado para esta pesquisa, o *locus* identificado como favorável ao abrigo do molusco foi embaixo de capins e arbustos situados próximos aos terrenos baldios ou no entorno de rios urbanos.

No caso de Manaus, o *Achatina fulica* só sobreviverá se abrigado pelo auxílio da vegetação e onde possui forte influência da precipitação. Estes elementos são importantes tanto para a sua sobrevivência como para mantê-lo vivo, contudo, o caramujo africano hoje está presente em todas as zonas da cidade, o que torna necessário o estudo detalhado para encontrar possíveis pontos de disseminação da espécie por bairro.

5.2 Distribuição Espacial dos Geótopos e suas características físicas

Nos bairros da Zona Sul, o caramujo africano é encontrado em terrenos baldios com excesso de vegetação e lixo ou em casas abandonadas. Este é um aspecto muito comum nas áreas que correspondem aos bairros Educandos, Nossa Senhora de Aparecida e Petrópolis.

Em bairros da Zona Norte, os moluscos são encontrados nas margens de rios urbanos, ocupados por habitações subnormais. Nessa zona, existem muitos fragmentos florestais, com predominância de encostas de declividade acentuada e terrenos arborizados, o que favorece a umidade em períodos secos. Têm-se como exemplos os bairros Santa Etelvina, Monte das Oliveiras e Cidade nova.

Na Zona Oeste, registraram-se ocorrências de *Achatina fulica* nas margens de rios que foram canalizados, situados próximos à orla da cidade, são exemplos: São Raimundo e Glória. Já nas bordas de fragmentos florestais urbanos, as espécies foram coletadas no Lírio do Vale e Redenção; esses dois bairros em especial possuem relevo com declividade acentuada de até 93 metros, o que favorece a baixa umidade no fundo do vale.

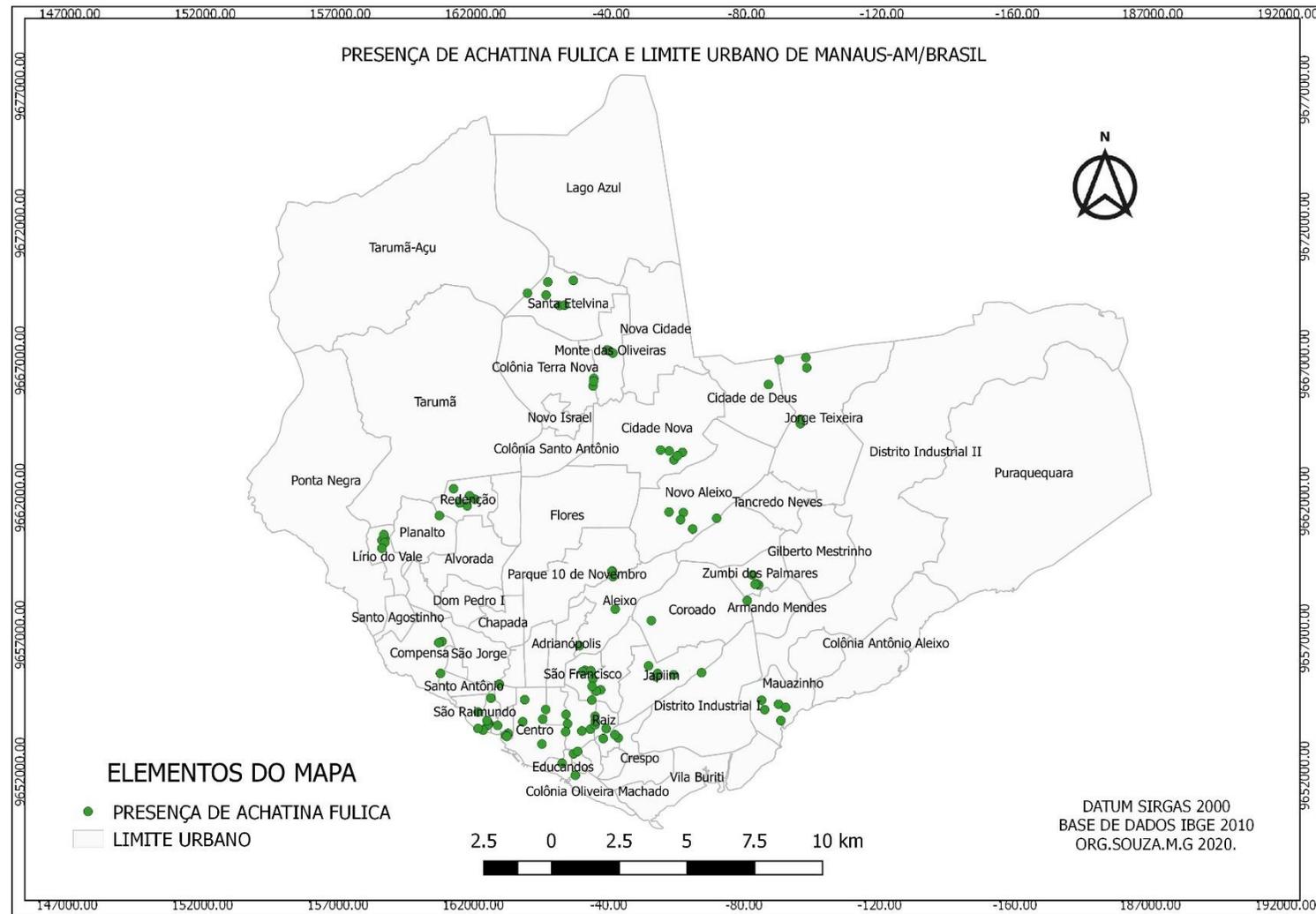
Na Zona Leste, o *Achatina fulica* foi encontrado principalmente em terrenos com grande quantidade de entulho e lixeiras viciadas, como, por exemplo: bairros de São José Operário, Zumbi dos Palmares e Jorge Teixeira.

Nos bairros da Zona Centro-Oeste, o intenso processo de urbanização sobre os igarapés canalizados tornou evidente o aparecimento do molusco no bairro da Redenção, onde há locais propícios, terrenos abandonados e faixas de fragmento florestal com nascente de igarapés, nas proximidades do Aeroporto Internacional de Manaus, constituindo um habitat perfeito para o molusco.

Com relação aos bairros da Zona Centro-Sul, não foram encontradas quantidades expressivas de caramujos, restringindo-se a jardins abandonados e a terrenos baldios nos bairros de Flores, Aleixo e no Parque Municipal do Mindú, ao longo do Corredor Ecológico do Mindú e Parque dos Bilhares, áreas drenadas por rios urbanos. A região é considerada a área mais nobre da cidade, além de ser a região com o maior número de prédios (IBGE,2010).

Figura 15.

Figura 15- Distribuição Espacial dos Geótopos para a Ocorrência *Achatina fulica*



Fonte IBGE, 2010. Elaboração: SOUZA M, G. 2020.

Nas palavras de Brown e Lomolino (1998, pág.61), a ideia de que cada espécie possui a sua representatividade no espaço geográfico constitui uma das bases da biografia, e medir sua amplitude geográfica é de extrema importância, uma vez que os biogeógrafos estudam alterações a nível local.

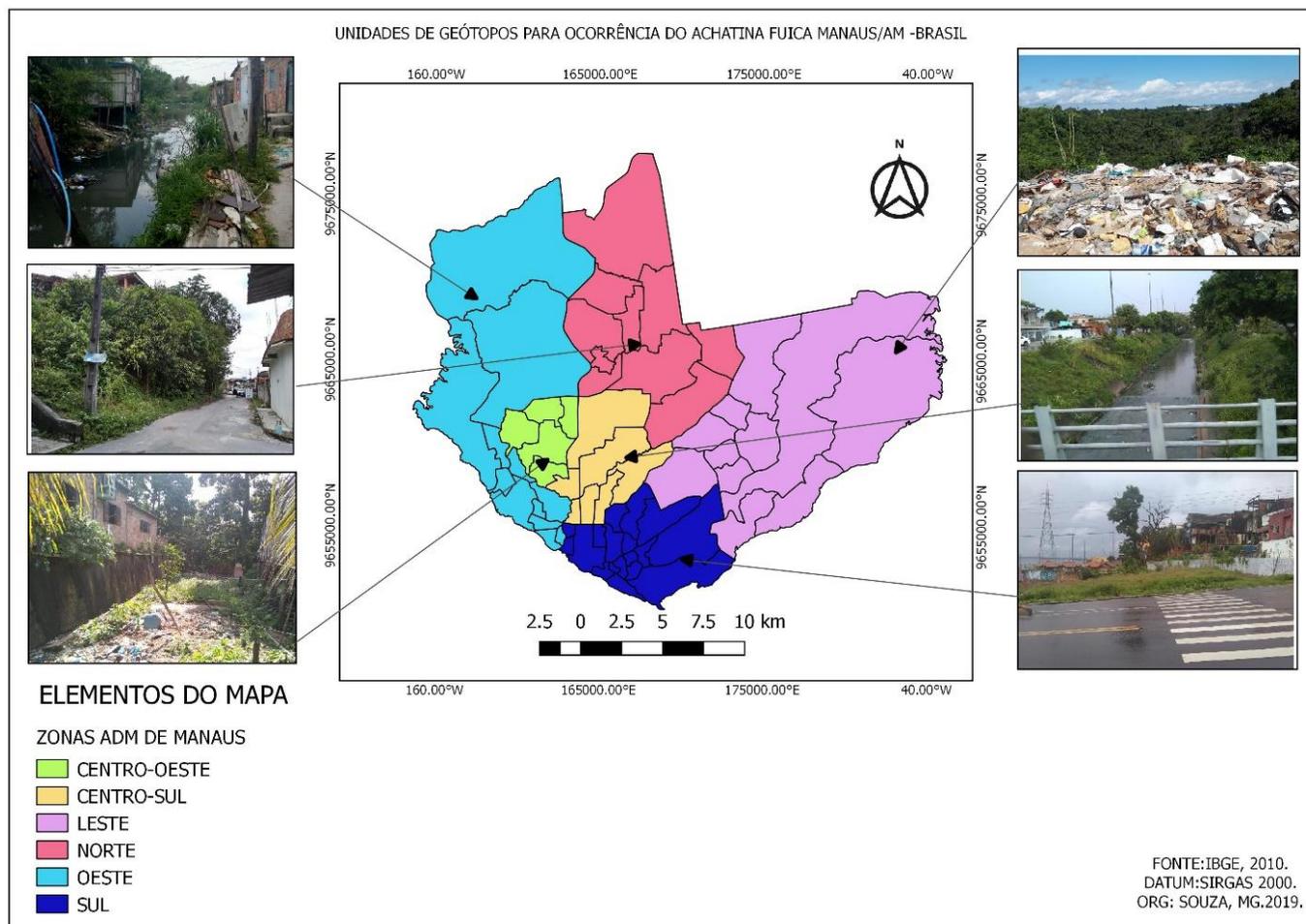
A maioria das pesquisas desenvolvidas em biogeografia se concentra na área de estudos fitossociológicos, espécies faunísticas compreendem uma parcela significativa dos mapeamentos na biogeografia. A metodologia empregada se dá pelo estudo de parcelas que, por sua vez, diminuem a escala a ser observada, identificando problemas de ordem local.

A princípio, as técnicas de mapeamento empregadas são de fácil elaboração e podem ser facilmente entendidas por outros pesquisadores. Como aponta Furlan (2005 pág.138), descrever a área de distribuição de uma espécie pode ser realizada com várias técnicas, sendo a mais simples de todas o mapa de nuvem de pontos, no entanto a interpretação dos mapas não necessariamente descreve a sua realidade absoluta, devendo levar em consideração a visita em campo das áreas de ocorrência, principalmente em locais suscetíveis à modificação pelo homem.

Portanto, Brown e Lomolino (1998), Troppmair (2012), descrevem que necessário cautela na análise de representações cartográfica, pois a dinâmica populacional só pode ser representada em uma única fração de tempo.

Em Manaus, além da localização desses geótopos, foi possível identificar cinco ambientes urbanos, aqui denominados unidades de Geótopos, específicos onde ocorre a presença do *Achatina fulica*, formando um padrão no habitat urbano do caramujo africano para a cidade. Figura 16.

Figura 16- Unidades de Geótopos para a ocorrência *Achatina fulica*



Fonte IBGE, 2010. Elaboração: SOUZA M, G. 2020.

As faixas de localização (hotspot⁷) para a espécie estabelecem possíveis variáveis físicas que influenciam a permanência, deslocamento ou ausência da espécie em um ambiente em constante modificação. Estes geótopos são descritos a seguir como:

- (1) Depósito de lixo com vegetação no entorno;
- (2) Bordas de fragmentos florestais urbanos;
- (3) Margens de rios urbanos com expressiva cobertura vegetal;
- (4) Terrenos baldios com acentuada vegetação;
- (5) Encostas de declive acentuado e cobertura vegetal.

É possível notar que a vegetação possui um papel importante no controle de temperatura e umidade, mantendo forte influência na sobrevivência do molusco em ambientes urbanos, fornecendo abrigo contra radiação solar e contribuindo também como alimento e a umidade do solo. Figura 17.

Figura 17 -Geótopo Bairro do São Raimundo,Zona Oeste. (a) Ao lado do Parque Rio Negro (b) Espécie abrigada pela vegetação.



Fonte: SOUZA M, G. 2020

A disponibilidade e seu paladar generalista têm efeitos importantes sobre sua dinâmica populacional, regulando taxas de crescimento e seus efeitos subseqüentes na sobrevivência, fecundidade e crescimento populacional, o que pode justificar a ausência deles em algumas zonas da cidade. Nesse contexto, Raut e Ghose (1983) relatam que a sua localização, em determinado lugar ou não, está relacionada ao tipo de planta (alimento), lixo material

⁷ Áreas com grande densidade de *Achatina fulica*.

orgânico. Essa estreita relação da espécie com a vegetação pode ser melhor visualizada na figura 17, com o mapa de Índice de Vegetação por diferença Normalizada (NDVI).

O Normalized Difference Vegetation Index ou NDVI, traduzido para o português Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, é um modelo matemático obtido por bandas espectrais das imagens de satélites, o qual foi elaborado pelo Dr. John Rouse, em 1973, após o lançamento do satélite LANDSAT 1. (ROUSE *et al.*, 1973, p. 309).

Os resultados encontrados na análise dessa imagem descrevem uma assinatura espectral, no caso do NDVI, a atividade fotossintética. A referência espectral varia entre -1 e 1. Os valores menores que zero indicam ausência de vegetação ou solo exposto, já os valores próximos a 1 são um indicativo forte de atividade fotossintética (LOURENÇO, 2005).

Os valores encontrados no índice de vegetação (NDVI), para a cidade de Manaus, demonstram uma paisagem em constante modificação, uma vez que a sobreposição dos pontos georreferenciados da espécie descrevem um ambiente com múltiplas variáveis ambientais onde o molusco adaptou-se à constante mudança de uma cidade em expansão.

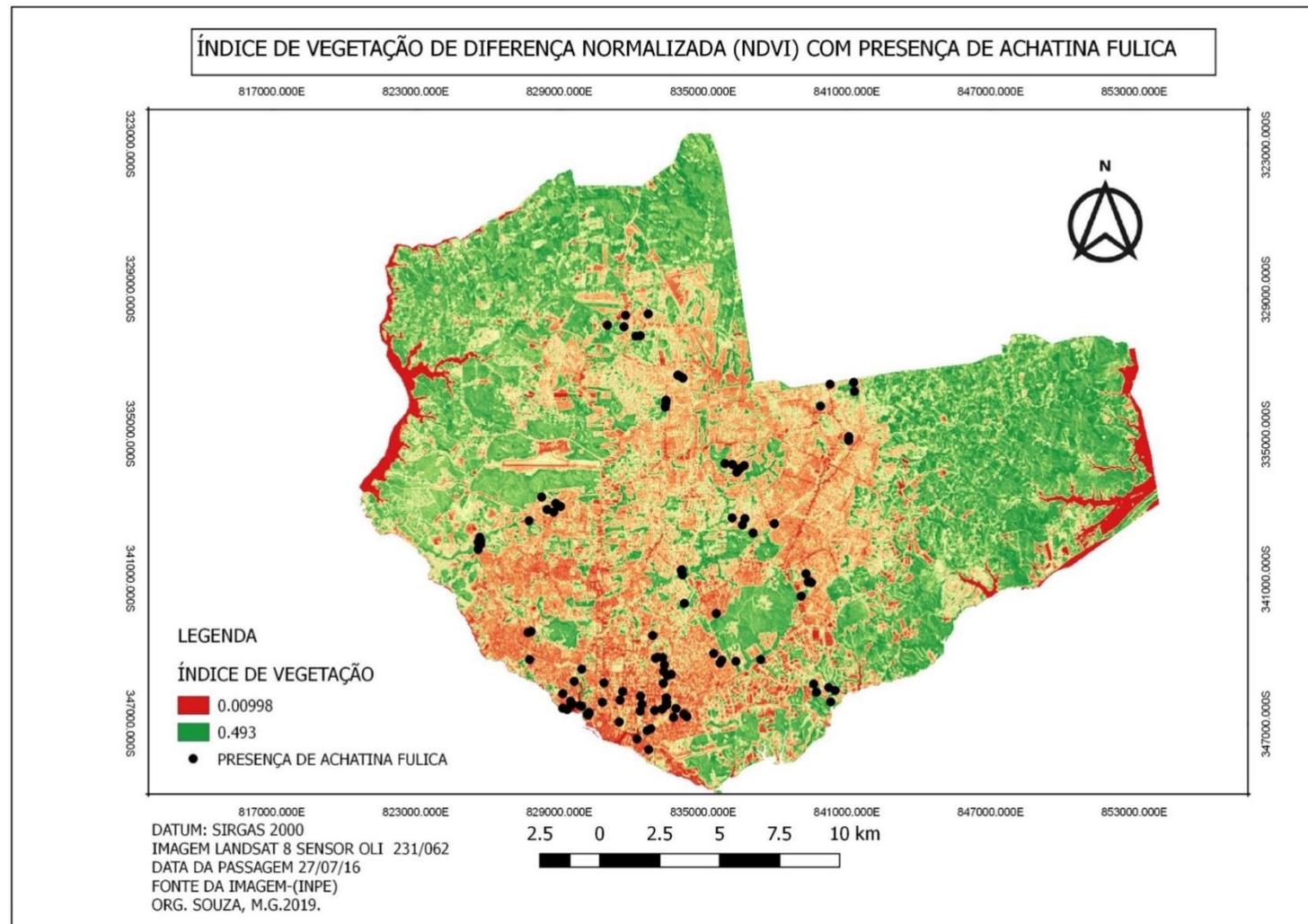
O NDVI, após o georeferenciamento dos geótopos com presença do molusco, tornou possível obter resultados prévios e determinar a relação do *Achatina fulica* com fragmentos florestais urbanos próximos aos ambientes hídricos, áreas essas em constante modificação pela ação humana.

Essas unidades geoambientais promovem índice tolerável de temperatura, umidade do solo e alimento em ambientes alterados, tornando-se perfeitas para a manutenção da espécie em períodos de estiagem e à propagação da mesma durante as chuvas amazônicas, favorecendo assim a sua dispersão na área urbana da cidade.

As interpretações obtidas por meio do mapa que foi gerado evidenciaram que as áreas onde a cobertura vegetal foi atingida por interferências antrópicas correspondem às superfícies nas quais se registrou a presença do *Achatina fulica*. São locais em que, na maior parte dos registros, podem-se observar os aglomerados subnormais, o excesso de lixo, os canais poluídos, o saneamento básico inadequado, os desmatamentos e as bordas de florestas.

Segundo Fischer (2005, pág. 106), o sucesso adaptativo do *Achatina fulica* em ambiente urbano se deve ao fato da facilidade de encontrar o substrato, favorecendo, dessa forma, o deslocamento eficiente, abrigo, alimento, e local adequado à reprodução (Figura 18).

Figura 18- Mapa de Índice de vegetação (NDVI) e presença de *Achatina fulica*.



Fonte IBGE, 2010. Elaboração: SOUZA M, G. 2020.

A integração de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) tem contribuído muito para os estudos geográficos, principalmente os associados aos aspectos geomorfológicos, que auxiliam a análise quantitativa do relevo terrestre (PIKE, 2009). Sua maior utilidade é para a identificação da rede de drenagem e seus sucessivos divisores de água, servindo de base para estudos da morfometria de bacias hidrográficas, ordens de canais e comprimento (VALERIANO, 2005).

O reconhecimento dos geótopos é essencial para entendermos a estrutura e o funcionamento das comunidades vegetais e animais. Esse reconhecimento pode ser realizado pelo campo e por imagens de satélites, pois ambos os métodos se completam (CARVALHO; RAMIREZ, 2008).

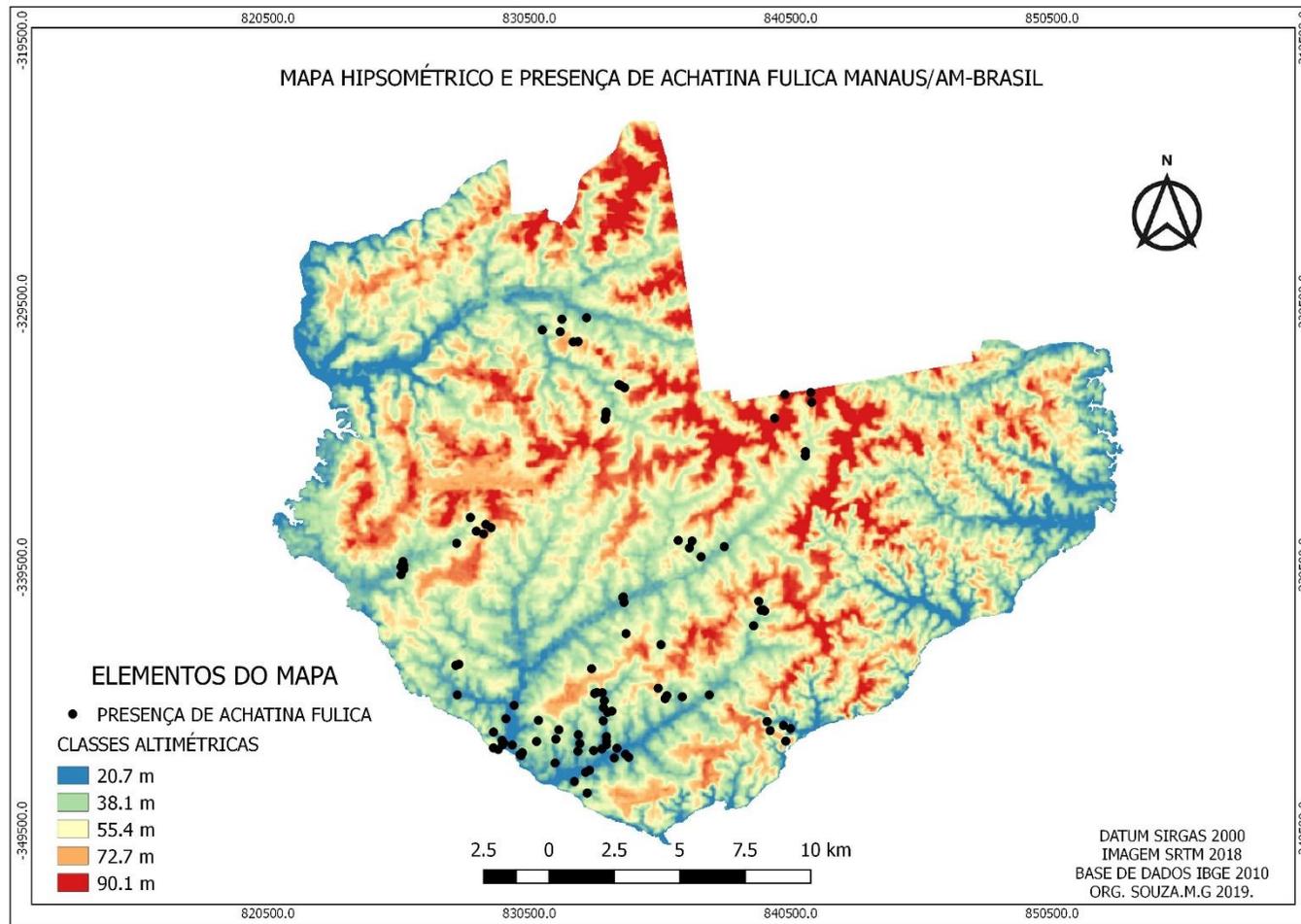
A versatilidade do achatina fulica permite que ele viva em uma variedade de temperaturas e altitudes. Segundo Raut; Barker, (2002) e Fischer et. al (2015), a espécie pode ser encontrada facilmente em altitudes de até 1.500 metros, resistindo a baixas temperaturas.

Neste contexto, Carvalho (2012) descreve que o MDE pode ser útil na identificação de espécies de plantas e animais que dependem, em vários graus, de água, como os répteis e os anfíbios. Em termos geomorfológicos, o município de Manaus é representado por planícies, terras firmes, igapós e baixos planaltos, sendo que a altitude média é inferior a 100 metros na área centro-sul da cidade.

De acordo com Carvalho (2012), áreas sujeitas à erosão têm forte influência sobre a distribuição das espécies, o potencial erosivo influencia positivamente na cobertura vegetal que recebe, durante o ano, nutrientes provenientes da subida e descida das águas, mantendo uma vegetação exuberante e crescente, com baixos índices de umidade.

A análise do MDE evidenciou que a unidade geomorfológica preferida do *A.fulica* foi a de baixa elevação, com cerca 20,7 metros, próxima de rios e canais, sendo sujeitas às inundações periódicas. No que diz respeito à frequência dos pontos de ocorrência, estabeleceu-se nas Zonas Sul e Oeste a maior concentração. Entretanto, a concentração desses indivíduos, em cotas altimétricas de 55 metros, associa-se à existência de nascentes e de fragmentos vegetais urbanos com predominância de vertentes.(Figura 19).

Figura 19- Mapa Hipsométrico e presença de *Achatina fulica*.



Fonte IBGE, 2010. Elaboração: SOUZA M, G. 2020.

Do ponto de vista administrativo, é uma área que concentra portos, adensamento populacional e serviços urbanos. Com o auxílio do modelo digital de elevação, denotou-se que o caramujo africano prefere áreas baixas, e o fator de declividade do terreno influencia significativamente nos padrões de preferência da espécie na cidade. Sua distribuição ocorre nos fundos de vales, encostas ou áreas com expressiva vegetação, próxima aos rios urbanos que banham a cidade, mantendo níveis de hidratação exigidos por esse animal.

As estratégias de sobrevivência do *Achatina fulica* em diversos geótopos estão relacionadas a mecanismos adaptativos ao ambiente. Ademais, associa-se às variações onde se estabelece um fator para a sua fixação ou não em determinado lugar (ROSHMI et al., 2015).

Por se tratar de uma espécie cujo comportamento dinâmico lhe permite ocupar ambientes alterados e em constante modificação, como os habitat urbanos, o mapeamento anual dos locais de locomoção torna-se necessário, a fim de identificar padrões de retração ou expansão populacional. Para Mead (1961); Raut e Ghose, (1984); Civeyrel e Simberloff (1996) o *Achatina fulica* possui três fases de locomoção.

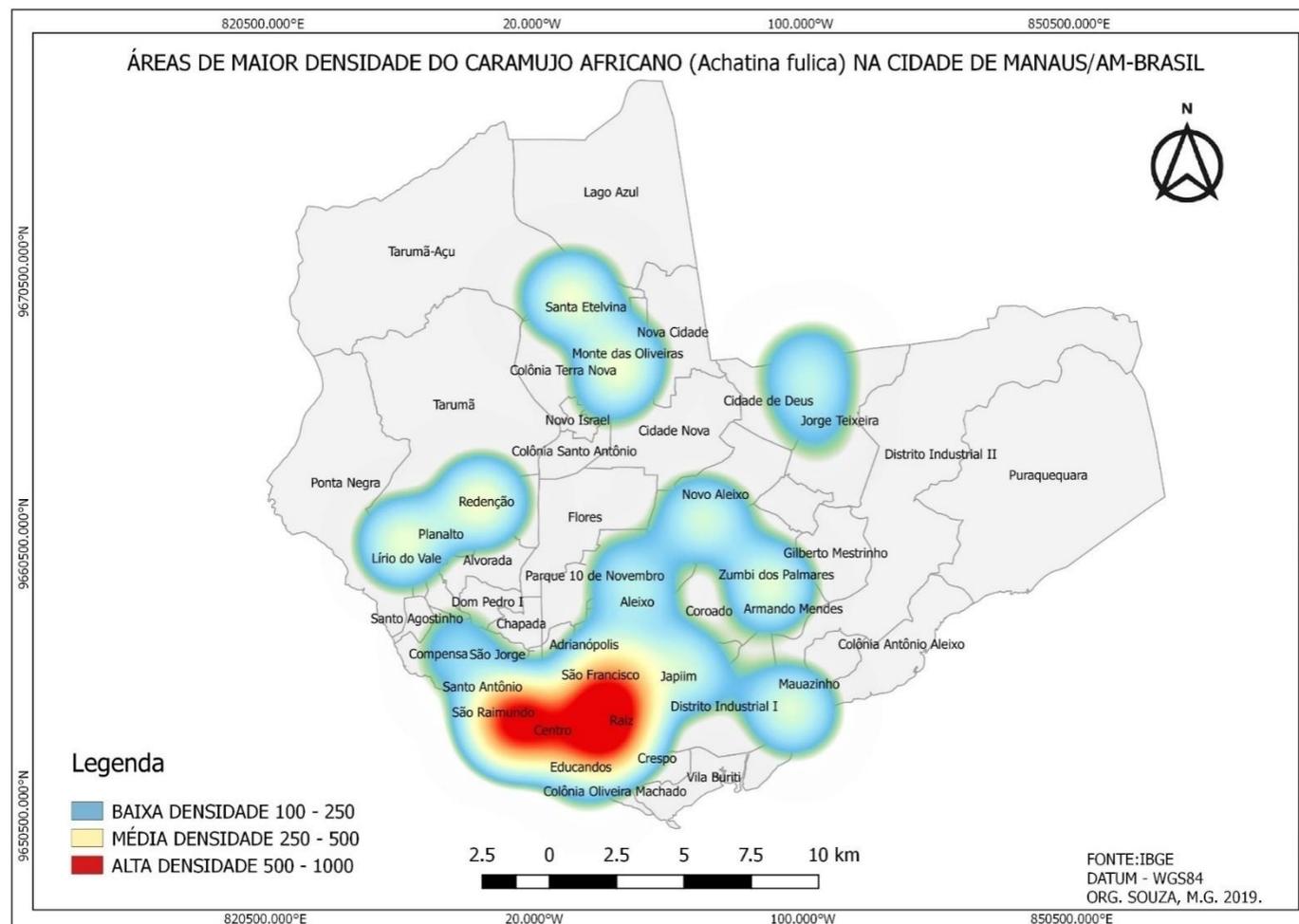
- ✓ Juvenis, com locomoção dispersiva.
- ✓ Jovens, com locomoção média de 50 metros
- ✓ Adultos, considerados territorialista.

A adaptabilidade instintiva permite que a espécie encontre geótopos propícios e cruciais para sua sobrevivência, criando a cada ano uma geração mais adaptada ao meio. Nesse contexto, Brown e Lomolino (1998) são enfáticos em afirmar que algumas localidades podem ser tão favoráveis, que as taxas de natalidade podem facilmente contrapor às de mortalidade.

Esses locais funcionam como verdadeiros *Geótopos Fonte* ou locais propícios à reprodução da espécie. Outras localidades podem ser tão desfavoráveis que as taxa de mortalidade exceda a de natalidade, criando os *Geótopos Ponte* locais desfavoráveis à permanência da espécie, servindo unicamente como ponte de passagem para áreas mais propícias, iniciando uma rede que se conecta unicamente pelo instinto adaptativo e de sobrevivência.

Com o advento de novas técnicas de geoprocessamento e o uso comum e massivo de software, podem-se estimar parâmetros de maneira a compreender determinados fenômenos. O estimador de Kernel é uma ferramenta de análise espacial que permite a compreensão de fatores de dispersão ou concentração de um dado fenômeno no espaço geográfico (Figura 20).

Figura 20- Mapa de Kernel e presença de *Achatina fulica*



Fonte IBGE, 2010. Elaboração: SOUZA M, G. 2020

Apesar de estar presente em todas as zonas da cidade, as áreas registradas de maior densidade encontram-se na zona sul e oeste, nos bairros do Centro, Nossa Senhora de Aparecida, São Raimundo, São Francisco, Petrópolis, Raiz, Educandos e Crespo. Eles possuem em comum cotas altimétricas baixas, ocupação do tipo aglomerados subnormais e deficiência em saneamento básico.

A assinatura desse padrão espacial pode mudar conforme as condições ambientais. De acordo com Brown e Lomolino(1998), Passo, (2003), Troppmair (2012), os limites espaciais mudam constantemente à medida que as populações crescem, declinam, colonizam ou extinguem-se em respostas das alterações ambientais.

Apesar de o mapa de Kernel ser uma ferramenta poderosa na identificação de áreas com altas densidades, não se pode determinar a sua amplitude geográfica, sendo necessários estudos mais aprofundados, com a criação de mapas anuais, para poder determinar se há uma retração ou expansão da espécie para nova área da cidade.

Nas palavras de Fulan (2005, pág. 142), com frequência fatores antrópicos ou pequenas mudanças na temperatura desse ambientes são suficientes para provocar modificações comportamentais, quer em movimentos migratórios, quer em reprodutivos, podem alterar pequenos grupos ou a próxima geração.

5.3 Saneamento básico e presença de *Achatina fulica*

Os contrastes sociais, presentes em muitas periferias, forçam os habitantes a ocupar áreas inadequadas e constituir bairros com formas e contornos irregulares, onde a construção de casa em encostas é comum. Neste cenário de caos urbano, acirra-se a problemática do saneamento básico e da coleta de lixo, que corresponde ao elevado risco de proliferação das doenças (CORREA, 2006).

Com referência ao tema saneamento, autores como Rezende *et al* (2008), Gil (2010) e Machado (2018) descrevem que a política de saneamento no Brasil pode ser dividida em cinco fases. A primeira corresponde ao início no século XVI até a primeira metade do século XIX e é caracterizada pela ausência do estado nas questões sanitárias. A fase do Brasil Colônia marca preocupações voltadas unicamente para a exploração da terra, assinalando-se poucas e isoladas intervenções, mais para o individual do que para o coletivo.

Na fase posterior, que corresponde à segunda metade do século XIX até o início de 1910, o Estado assume e cria medidas de proteção sanitárias dentro de um contexto político no qual as empresas inglesas passam a executar os serviços de infraestrutura no país.

A terceira fase compreende os anos de 1910 a 1950, remetendo-se ao período de estatização no setor, de maneira a garantir ações amplas e eficientes em cidades densamente populosas.

O quarto período, de 1950 a 1969, é marcado pelo rompimento de atribuições das políticas de saúde e saneamento pela União. Os estados e os municípios passam a deter atribuições de criação de companhias de saneamento estatal ou de economia mista, garantindo uma gestão direta e não mais centralizada.

A quinta fase, estabelecida entre 1970-1990, marca um momento sem os grandes investimentos. Após a abertura da economia ao capital estrangeiro, no governo de Fernando Henrique Cardoso, 1995-2003, ocorre uma intensa privatização no setor, colocando a cargo de empresas nacionais e estrangeiras a responsabilidade pela manutenção precária do sistema de saneamento.

Após sucessivos debates entre a União e os Estados, em 2007 é proposta a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, que passou por atualizações, sendo votado e aprovado pelo Senado Federal com a criação do projeto de LEI nº 4162 de 2019. Nesse processo, foi estabelecido o novo marco regulatório do saneamento básico do Brasil (COSTA, 2020).

Do ponto de vista sanitário, o saneamento básico em Manaus encontra-se deficiente. Esse quadro torna-se dramático, se considerarmos as condições geográficas da hidrografia local — evidenciada por meio da densa rede de drenagem formadora de uma verdadeira trama de rios urbanos totalmente poluídos — devido à extensa quantidade de resíduos.

Segundo informações do Instituto Trata Brasil, no ano de 2019, Manaus foi classificada como a sexta cidade do país com o pior índice de saneamento básico. Estima-se que em Manaus apenas 12,3% da população recebe atendimento de coleta de esgoto, e 47,6% dos esgotos da capital do Amazonas são tratados. Totalmente oposta a essa situação, Goiânia apresenta 92,5% de sua população com coleta de esgoto, e 68,8% dos esgotos da capital de Goiás são tratados.

Frente a esse quadro de completa insegurança com o tratamento de águas servidas, vale destacar que, mediante à inexistência de estruturas canalizadas, é comum uma grande parte da população, principalmente aquela que reside nas proximidades dos canais hidrográficos, descartar resíduos sanitários diretamente nos rios urbanos. A essa forma de descarte alternativo, soma-se uma outra parcela da população, aquela que conecta a canalização de águas servidas à rede fluvial, desaguando excrementos humanos no rio Negro, principal rio da cidade.

Essa prática altera as condições naturais dos ecossistemas e a qualidade dos recursos hídricos nos rios urbanos, circunstância esta responsável por deflagrar uma série de problemas ambientais, dentre os quais se podem enunciar: a proliferação das doenças de veiculação hídrica, a intensa emissão de forte e fétido odor nesses locais e a obstrução do sistema de drenagem. Na contramão desse contexto de insalubridade urbana e completo caos, que indicam a péssima qualidade da água, o caramujo africano disseminou-se transformando esses locais em seu habitat de sobrevivência e reprodução. Na realidade, esses locais, por consistirem em zonas de umidade elevada, reúnem condições que favorecem a existência do animal.

Mesmo sendo um molusco terrestre, a proximidade do caramujo africano com a água decorre pela necessidade de manutenção da temperatura e umidade, onde a permanente cobertura vegetal pode lhe servir de abrigo e alimento. Ao se referir ao tema, Fischer (2005) aponta que qualquer lugar que ofereça proteção adequada contra luz e dessecação será usado pelo caramujo africano (*Achatina fulica*) em áreas urbanas (Figura 21).

Figura 21. Canal hidrográfico do bairro de Educandos, na zona sul (a). Caramujo africano em áreas úmidas próximas às margens do canal (b).



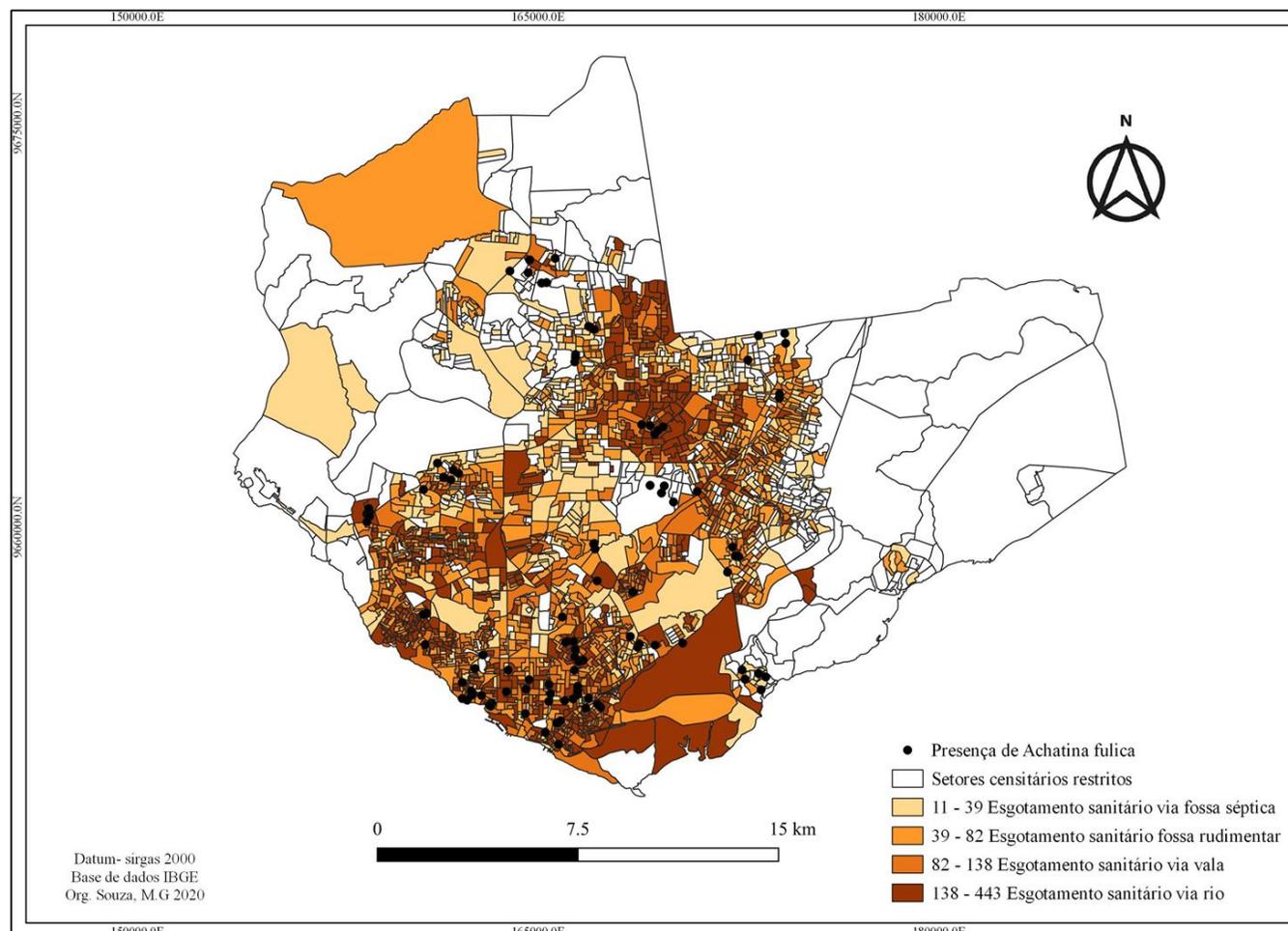
Fonte: Souza M, G. 03/04/2020.

No que tange à forma de reprodução, essa espécie de caramujo atinge o quantitativo de 400 ovos por postura, o que lhe permite constituir expressivas colônias de indivíduos em ambientes urbanos. Além desse aspecto, são animais exóticos sem predadores locais, característica que lhes favorece a sobrevivência. Os locais onde são facilmente encontrados constituem áreas com acúmulo de lixo, terrenos baixos com vegetação ou áreas de esgoto e condições sanitárias insalubres. Os melhores exemplos são as margens de rios que entrecortam a superfície territorial da cidade.

Por se trata de uma espécie com fácil adaptabilidade, o aumento expressivo na quantidade de indivíduos ocorre no início da estação chuvosa, quando temperaturas amenas e a vegetação abundante compõem as zonas de abrigo e alimento.

Os trabalhos que incluíram o levantamento de campo para a obtenção dos dados neste estudo assinalam que as zonas de maior ocorrência do caramujo africano, comprovadamente, são as de maior insalubridade, conforme apresentado no mapa a seguir (Figura22).

Figura 22 -Mapa das áreas de ocorrência do caramujo africano e as condições de saneamento básico.



Fonte. IBGE, 2010. Elaboração: SOUZA M, G. 2020.

Os setores censitários identificados com focos de população dos caramujos africanos são marcados pela deficiência dos serviços de saneamento básico, e a condução deste estudo remete à interpretação de que nestes locais a sobrevivência do animal é favorecida pelo fator umidade do solo, principalmente nas áreas que recebem o despejo de esgoto a céu aberto. A projeção espacial dos pontos georreferenciados no mapa — que correspondem às áreas de ocorrência dos caramujos — é um indicador da má qualidade do atendimento aos serviços de esgotamento sanitário.

A concentração do caramujo africano ocorre justamente em locais onde predominam dois tipos de esgotamento sanitário: o do tipo “vala” e do “tipo direto no rio”. Esta é uma evidência que corrobora para a compreensão da precariedade do serviço de saneamento em Manaus.

Os resultados indicaram que dos 126 pontos georreferenciados com a presença do caramujo africano na cidade de Manaus, 119 apresentaram setores censitários em que uma parcela de domicílios particulares permanentes foi incluída no grupo domiciliar com despejo indevido do esgoto

A aplicação da técnica de overlay permitiu verificar que os pontos georreferenciados, quando sobrepostos em base cartográfica, demonstraram que os focos do caramujo africano concentraram cerca de 1.493 exemplares dessa espécie nas zonas Sul, Centro-Sul, Leste e Oeste da cidade de Manaus.

Essas localidades assinalam a ausência de canalização adequada do esgoto e refletem o cenário de insalubridade e deficiência do saneamento na capital do Amazonas. A análise do processo de evolução histórica desse cenário remete a um contexto de involução, no qual o fato de postergar a solução do problema assume de fato uma realidade de regressão.

A involução do sistema de saneamento instala-se há mais de uma década, visto que, no ano de 2008, o IBGE indicou que apenas 25% dos domicílios em Manaus estavam conectados à rede de esgoto. Naquele mesmo período, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento -SNIS- registrou que o desempenho de Manaus colocava-a na 66ª posição no ranking das 100 maiores cidades brasileiras.

Em 2010, registrou-se uma forte queda nesse desempenho, levando esta cidade a ocupar o 82º lugar em seguida. Nos anos que se seguiram, até 2017, a capital fica na 97º, entre as 100 grandes cidades do Brasil, o que, além de um agravante na saúde pública, expressa a desigualdade social. Ao analisar o tema, Rocha (2019) descreve que:

Estes dados constataam a nefasta contradição capitalista, uma vez que Manaus é uma das cidades mais produtivas do Brasil, (6º PIB nacional) e ao mesmo tempo convive com as piores políticas públicas de saneamento básico do país. Nesta realidade, a desigualdade e a injustiça se manifestam de forma aberta nos indicando que elas estão inscritas na própria elaboração e implementação das políticas públicas. Trata-se de implementar desigualdades para eternizar a perversa hierarquia social que configura a sociedade.

Infelizmente, uma triste constatação é que atualmente apenas 50% das habitações desta cidade estão interligadas à rede coletora.

5.4 Condicionantes climáticos

A sobrevivência e a reprodução do caramujo africano estabelecem forte influência com os fatores bióticos e abióticos, indispensáveis à sua permanência em ambientes urbanos. Nesse sentido, fatores como a umidade relativa, a precipitação e a temperatura, contribuem para a sua disseminação em solo urbano (COSTA, 2010).

Segundo Raut e Barker (2002), o *Achatina fulica* é ativo em períodos chuvosos, estabelecendo-se como parâmetro para esta forma de comportamento a umidade relativa acima de 50%. Esses autores destacam que mudanças bruscas nas variáveis temperatura e umidade condicionam o processo de hibernação, sendo essa uma estratégia evolucionária de sobrevivência para a manutenção de sua colonização e recolonização em ambientes com condições estressantes e alterados pelo homem (FISCHER, 2010).

Na tabela 04, registrou-se o quantitativo destes animais que foram encontrados, juntamente com as condicionantes climáticas para efeitos de estudos e a análise dos resultados, segundo as zonas político-administrativas de Manaus.

Tabela 04 - Número de indivíduos coletados por Zona Administrativa. Números de coleta, mês da coleta, zona da cidade onde ocorreu a coleta, T(c°) temperatura, U (%) umidade, P(mm) precipitação pluviométrica, número de indivíduos coletados.

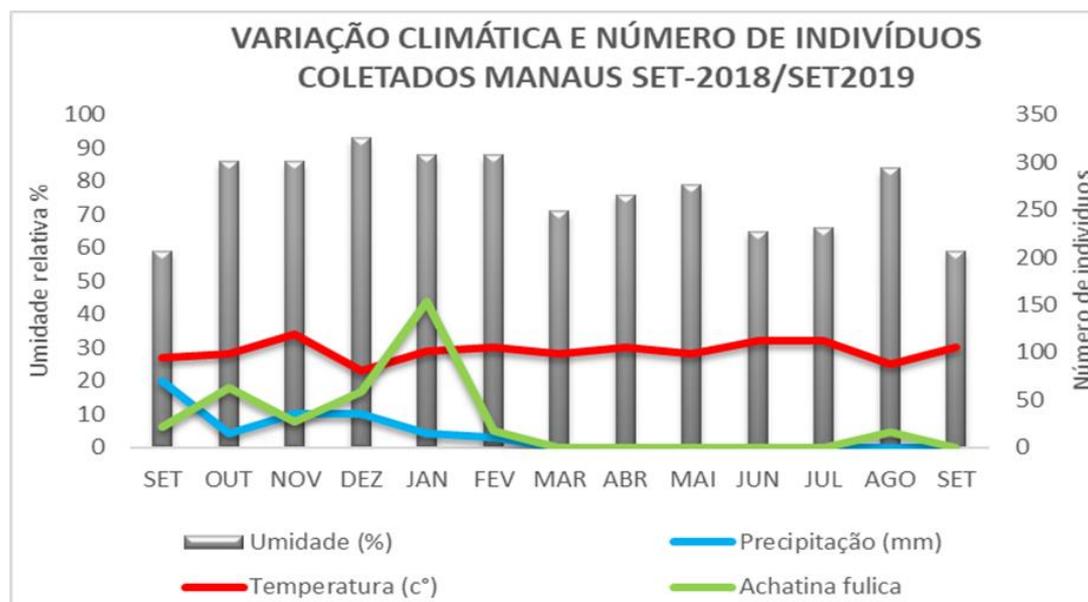
Coleta	Data	Mês	Zona da Cidade	Temperatura (c°)	Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)	<i>Achatina fulica</i>
1	22/09/2018	SET	NORTE	27	59	20	22
2	23/09/2018	SET	NORTE	30	63	23	16
3	03/10/2018	OUT	NORTE	28	86	4,8	63
4	07/10/2018	OUT	NORTE	30	69	0.0	55
5	19/10/2018	OUT	SUL	33	92	21	12
6	30/10/2018	OUT	SUL	29	61	0.0	32
7	09/11/2018	NOV	SUL	34	86	10	27
8	16/11/2018	NOV	SUL	29	83	2,4	19
9	20/11/2018	NOV	LESTE	33	85	7,2	63
10	22/11/2018	NOV	LESTE	28	90	22	74
11	07/12/2018	DEZ	LESTE	23	93	10	58
12	21/12/2018	DEZ	LESTE	25	90	22	53
13	22/12/2018	DEZ	OESTE	29	88	4.6	285
14	28/12/2018	DEZ	OESTE	25	94	28	96
15	11/01/2019	JAN	OESTE	29	88	4,6	154
16	22/01/2019	JAN	OESTE	23	98	50	322
17	23/01/2019	JAN	CENTRO-SUL	24	98	10	-
18	24/01/2019	JAN	CENTRO-SUL	24	96	10	-
19	01/02/2019	FEV	CENTRO-SUL	30	88	3,8	17
20	04/02/2019	FEV	CENTRO-SUL	28	73	0.0	26
21	05/02/2019	FEV	CENTRO-OESTE	27	81	0.0	24
22	20/02/2019	FEV	CENTRO-OESTE	24	92	8.0	35
23	23/02/2019	FEV	CENTRO-OESTE	25	92	10	64
24	24/02/2019	FEV	CENTRO-OESTE	25	91	1.2	32
25	12/03/2019	MAR	NORTE	28	71	0.0	0
26	14/03/2019	MAR	NORTE	29	74	0.0	0
27	25/03/2019	MAR	NORTE	25	97	37	62
28	29/03/2019	MAR	NORTE	25	94	41	76
29	08/04/2019	ABR	SUL	30	76	0.0	0.0
30	12/04/2019	ABR	SUL	29	83	0.0	0.0
31	15/04/2019	ABR	SUL	25	93	18	29

32	27/07/2019	ABR	SUL	27	86	0.0	0.0
33	05/05/2019	MAI	OESTE	28	79	0.0	0.0
34	11/05/2019	MAI	OESTE	29	88	0.5	0.0
35	17/05/2019	MAI	OESTE	24	93	13	26
36	30/05/2019	MAI	OESTE	25	92	20	38
37	02/06/2019	JUN	LESTE	32	65	0.0	0.0
38	17/06/2019	JUN	LESTE	32	57	0.0	0.0
39	25/06/2019	JUN	LESTE	31	52	0.0	0.0
40	30/06/2019	JUN	LESTE	27	75	0.0	0.0
41	03/07/2019	JUL	CENTRO-SUL	32	66	0.0	0.0
42	11/07/2019	JUL	CENTRO-SUL	30	64	0.0	0.0
43	22/07/2019	JUL	CENTRO-SUL	32	64	0.0	0.0
44	24/07/2019	JUL	CENTRO-SUL	33	44	0.0	0.0
45	06/08/2019	AGO	CENTRO-OESTE	25	84	0.4	16
46	17/08/2019	AGO	CENTRO-OESTE	24	98	7.1	32
47	28/08/2019	AGO	CENTRO-OESTE	28	88	16	27
48	29/08/2019	AGO	CENTRO-OESTE	33	54	0.0	0.0
49	31/08/2019	AGO	CENTRO-OESTE	30	64	0.0	0.0
50	01/09/2019	SET	NORTE	30	59	0.0	0.0
51	03/09/2019	SET	NORTE	30	65	0.0	0.0
52	08/09/2019	SET	NORTE	30	61	0.0	0.0
53	14/09/2019	SET	NORTE	31	64	0.0	0.0
53		12 meses	6 zonas	Média 28	Média 80	Média 17	Total 1.855

Fonte: INMET (2018-2019) Elaboração: Souza M, G. 2019.

As interpretações dos resultados climáticos referentes ao período de setembro de 2018 a setembro de 2019 possibilitaram identificar as médias de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação, bem como correlacionar estes fatores ao fim do processo de hibernação e reprodução do *Achatina fulica* (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Variação climática e número de indivíduos coletados Manaus set-2018-2019.



Fonte: INMET (2018-2019) Elaboração: Souza M, G. 2019.

A análise do gráfico permitiu identificar os valores médios dos seguintes elementos: temperatura de 28 °C; umidade relativa em 80% e a precipitação em 17 mm. A princípio, essas médias climáticas favorecem o aparecimento do molusco na cidade de Manaus, indicando que esses fatores devem ser conjugados entre si, para manter uma condição favorável ao animal. Esta constatação se associa à de que nos dias em que as temperaturas foram elevadas, acompanhadas de baixa umidade e chuvas ausentes, os animais permaneceram abrigados, dificultando o georreferenciamento.

Em circunstância oposta, já descrita pela equiparação entre as taxas médias e o número de animais avistados, foi possível identificar que durante os dias de chuva, alta umidade e temperatura média de 28° C, a locomoção foi favorecida, auxiliando marcar os pontos de aparecimento da espécie.

Dados semelhantes foram encontrados por Pilate (2017) que, ao analisar populações de caramujos em laboratórios, estabeleceu como condição favorável a essa espécie

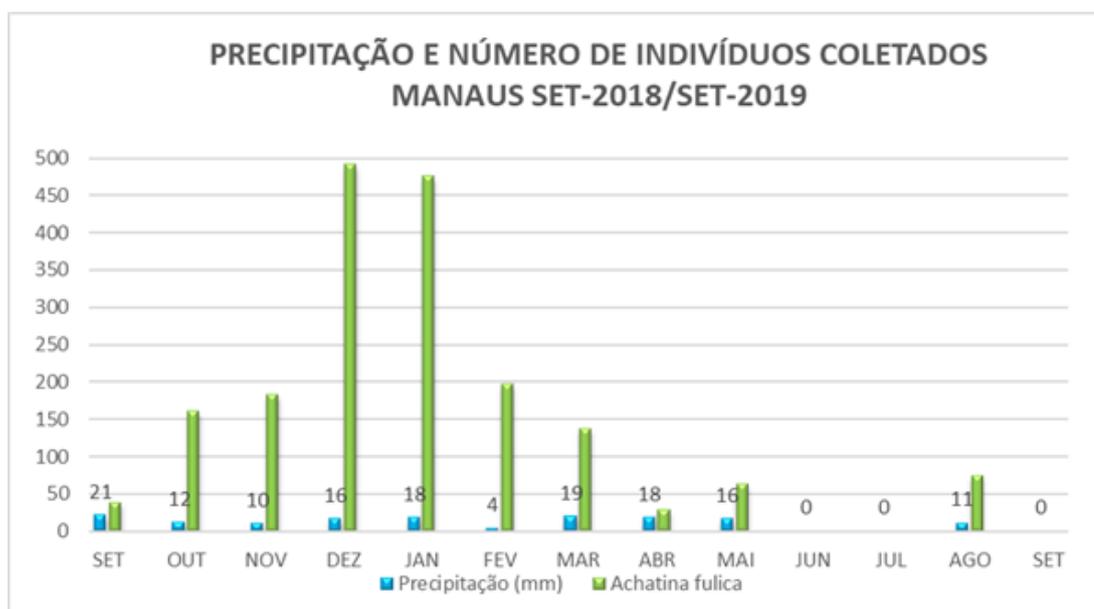
temperatura média de 24,4° C e umidade relativa de 86.2%. O autor destaca em seus estudos que o aumento da temperatura influenciou negativamente a atividade do *Achatina fulica*.

Em estudos realizados por Roshmi *et al.*, 2015 descrevendo uma modelagem climática no território indiano, os autores afirmam que a maior parte do risco de invasão para novas regiões está em locais com excesso de chuvas e clima quente. As regiões com frio e calor extremos são menos vulneráveis à invasão no cenário climático atual e no futuro.

Neste estudo, assinala-se ainda que o *Achatina fulica* pode sobreviver a uma altitude (1-1000m), precipitação (350-5000mm /ano) com faixa de temperatura (0 ° C a 45 ° C), mas com uma faixa ideal de temperatura de 22 ° C a 32 ° (ROSHMI *et al.*, 2015).

Ao relacionar-se a quantidade de indivíduos coletados à precipitação, pode-se determinar — conforme dados expressos no Gráfico 3 — uma sensível relação da locomoção da espécie com o aumento da pluviosidade. Esse fato estabelece correlação positiva entre umidade e frequência de indivíduos no meio.

Gráfico 3 - Precipitação e número de indivíduos coletados Manaus set- 2018-2019.



Fonte: INMET (2018-2019) Elaboração: Souza M, G. 2019.

Em geral, o *Achatina fulica* tende a ser mais abundante e ter comportamento ativo em períodos chuvosos, quando a umidade do ar e do solo tendem a ser maior (PEREZ, *et al.*, 2008).

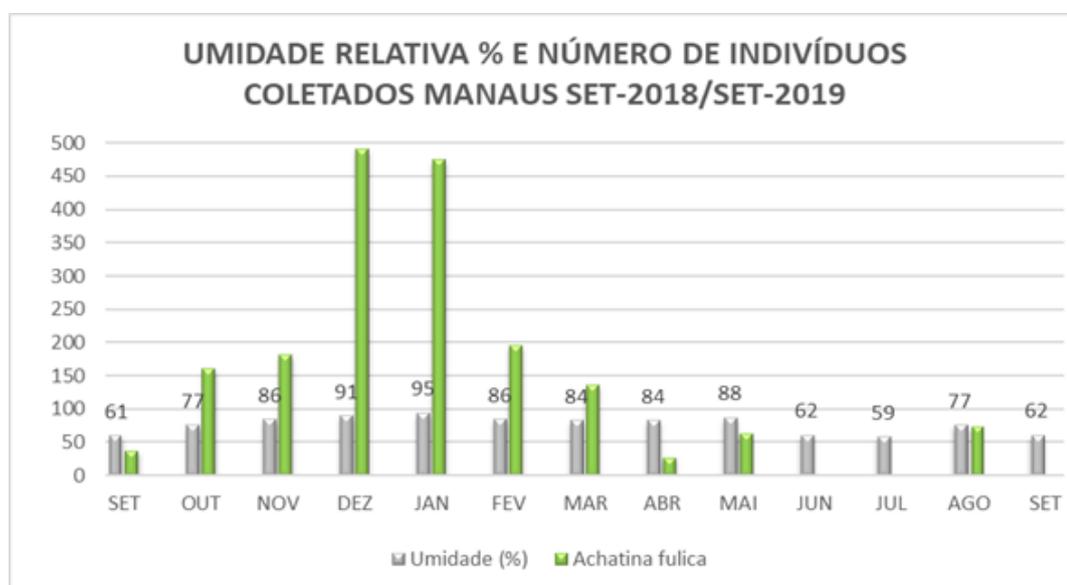
Entre setembro de 2018 a setembro de 2019, foi possível coletar grandes quantidades de moluscos tanto no momento de chuva como após a chuva; situação comum não aconteceu quando houve um aumento na temperatura ou períodos de mais de três dias sem precipitação.

Pode-se observar que o *Achatina fulica* se faz presente em taxas de umidade relativa com valores próximos a 80%, seguidas de precipitação e variações na temperatura.

Os resultados encontrados no período de estudos refletem a possível causa da ausência da espécie, em áreas úmidas, onde seria favorável a condição ambiental à sobrevivência. Nos dias da ausência de precipitação, somente as condições de alta umidade e variação de temperatura não foram suficientes para a manifestação do molusco no ambiente (Gráfico 4).

Estes aspectos evidenciam que somente um conjunto de fatores intrinsecamente relacionados entre as condições de temperatura, umidade relativa e precipitação tornam-se favoráveis à espécie.

Gráfico 4 - Umidade relativa e número de indivíduos coletados Manaus set- 2018-2019.



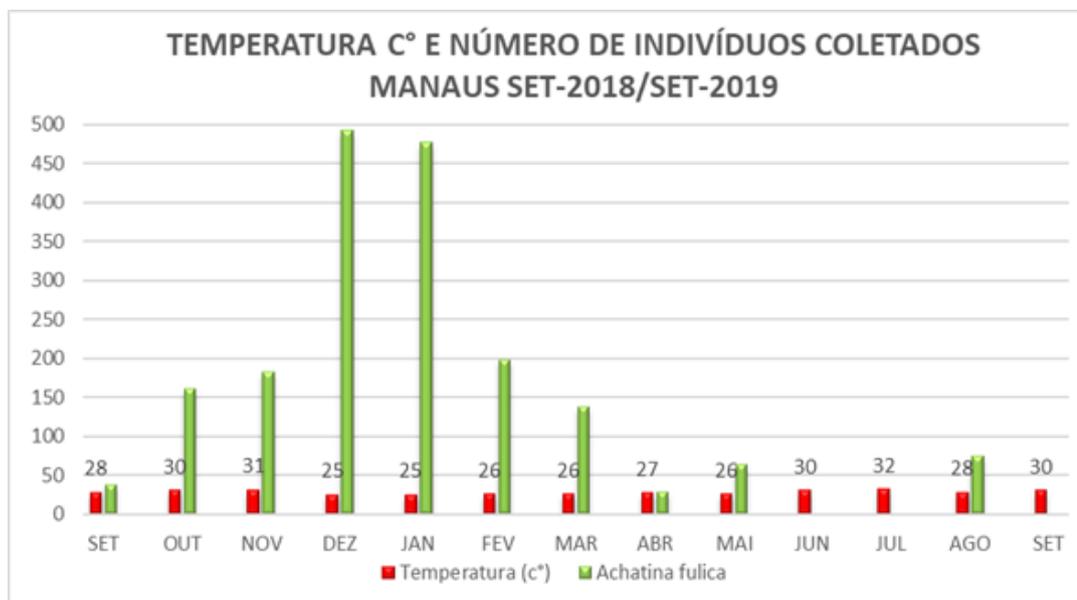
Fonte: INMET (2018- 2019) Elaboração: Souza M, G. 2019.

De acordo com Kimura e Chiba (2010), os fatores abióticos são responsáveis por influenciar e adaptar o comportamento de comunidades inteiras, principalmente a umidade, que corresponde ao fator primordial na manutenção de funções vitais da espécie. Os efeitos são sentidos em sua fisiologia e comportamento na busca incessante pelo equilíbrio hídrico.

O aumento da temperatura apresentou correlação negativa com a atividade de locomoção do *Achatina fulica* em Manaus; com a temperatura elevada não foi possível encontrar a espécie nos geótopos analisados. Em temperaturas acima de 28°C, ocorreu o processo de enterramento do molusco no solo, estratégia comportamental para fugir da temperatura, protegendo-se da radiação solar. Tal comportamento corrobora com os resultados encontrados por Pilate *et al.*(2017).

A correlação entre a temperatura e o número de indivíduos coletados evidenciou uma temperatura média de 28C° como condicionante favorável para o aparecimento da espécie. Os resultados encontram-se apresentados no Gráfico 5, a seguir:

Gráfico 5 - Temperatura e número de indivíduos coletados Manaus set-2018-2019.

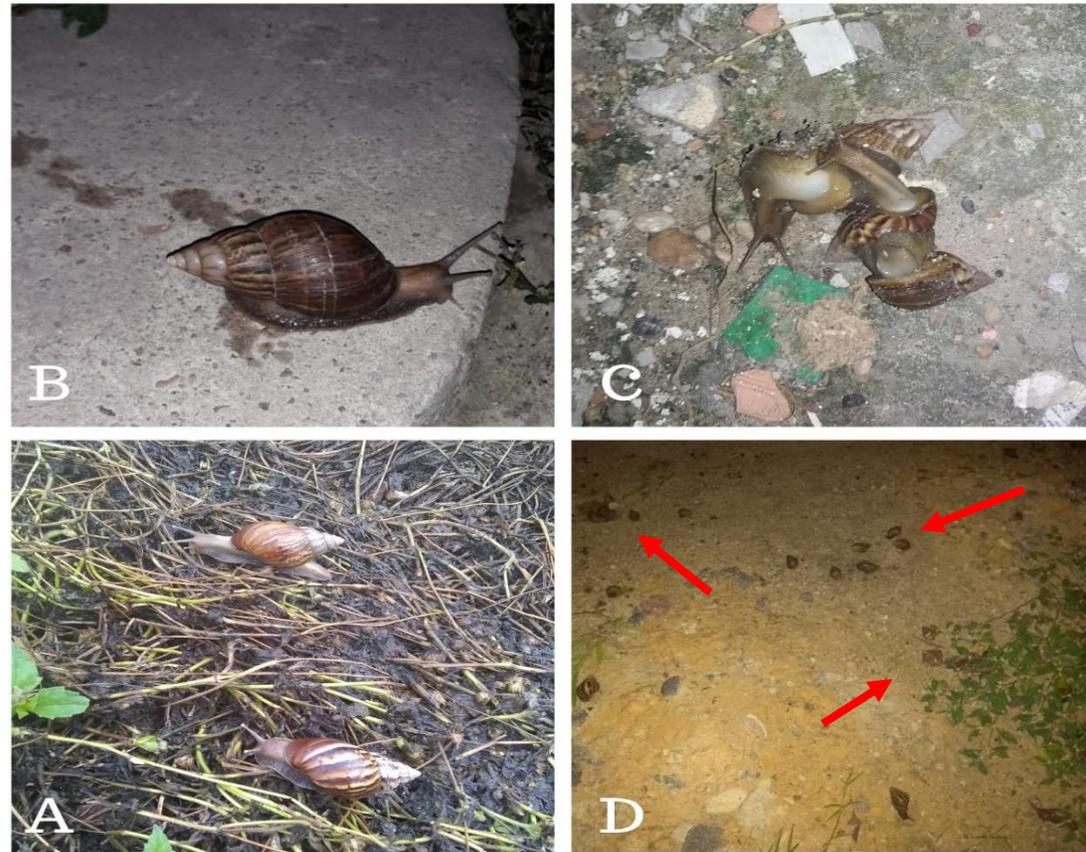


Fonte: INMET (2018- 2019) Elaboração: Souza M, G. 2019.

Neste contexto, Roshmi *et al.*, (2015) descrevem que a temperatura média anual e a sazonalidade consistem no principal fator de influência à distribuição do *Achatina fulica*, sendo que a infestação mais alta ocorre com o início das monções (junho), permanece ativa durante toda a estação chuvosa e começa a diminuir gradualmente há partir de meados de novembro, na estação seca, conforme informações que corroboraram com este estudo.

Esses autores, ao estudarem moluscos de espécies nativas e exóticas em laboratório, concluíram que o *Achatina fulica* é suscetível à dessecação, diminuindo a atividade metabólica em temperaturas elevadas; trata-se de um mecanismo de defesa natural, preferindo a saída em temperaturas baixas ou ao anoitecer, em que umidade e temperatura favorecem sua locomoção (Figura 23).

Figura 23 - Comportamento e adaptabilidade aos condicionantes climáticos



A – *Achatina fulica* se alimentado pós precipitação; B –Rastro de muco, deslocamento do *Achatina fulica* período noturno; C-Ato de acasalamento, comum nos meses de dezembro e janeiro horários noturnos; D –Aglomerções em horário noturno, geralmente para iniciar o processo de cópula. Elaboração e Fotografias: SOUZA M, G. 2019.

5.5 Coeficiente de correlação.

O coeficiente de correlação são métodos estatísticos usados para se medir as relações entre as variáveis e o que elas representam. O que a correlação procura entender é como uma variável se comporta. Figura 24.

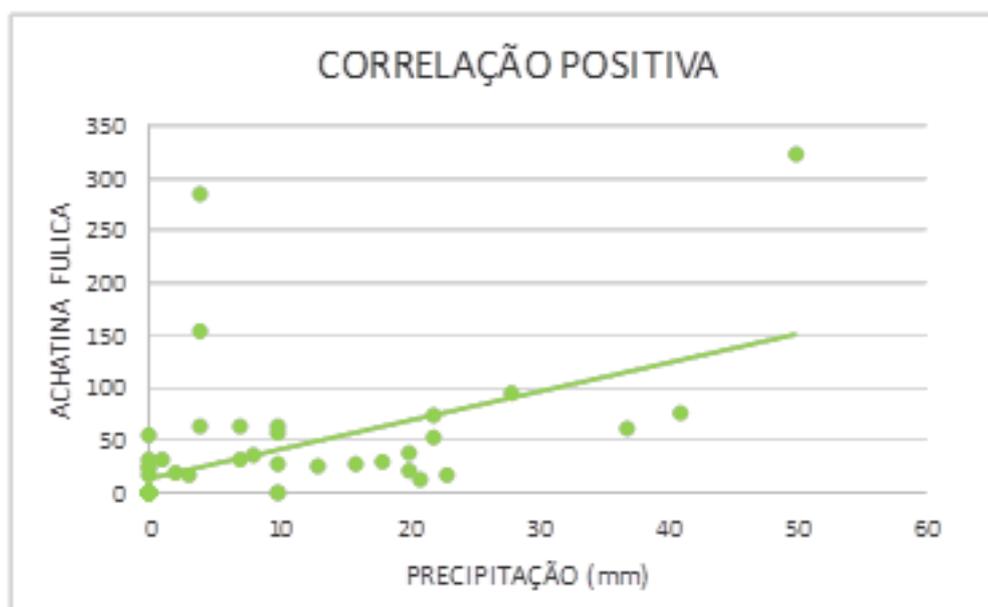
Figura 24 - Fórmula do coeficiente de correção de Pearson.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]}}$$

Fonte: Dalson, (2009). Org. Souza M, G. 2020.

Após a realização do teste de correlação, os gráficos de dispersão e regressão linear de Pearson para *Achatina fulica* relacionados às variáveis climáticas de Precipitação, Umidade, e Temperatura puderam demonstrar a relação da espécie com esses fatores abióticos (Gráfico 06).

Gráfico 6 - Diagrama de dispersão e regressão linear correlação e coeficiente de determinação de Pearson para *Achatina fulica* e Precipitação.



Elaboração: Souza M, G. 2019.

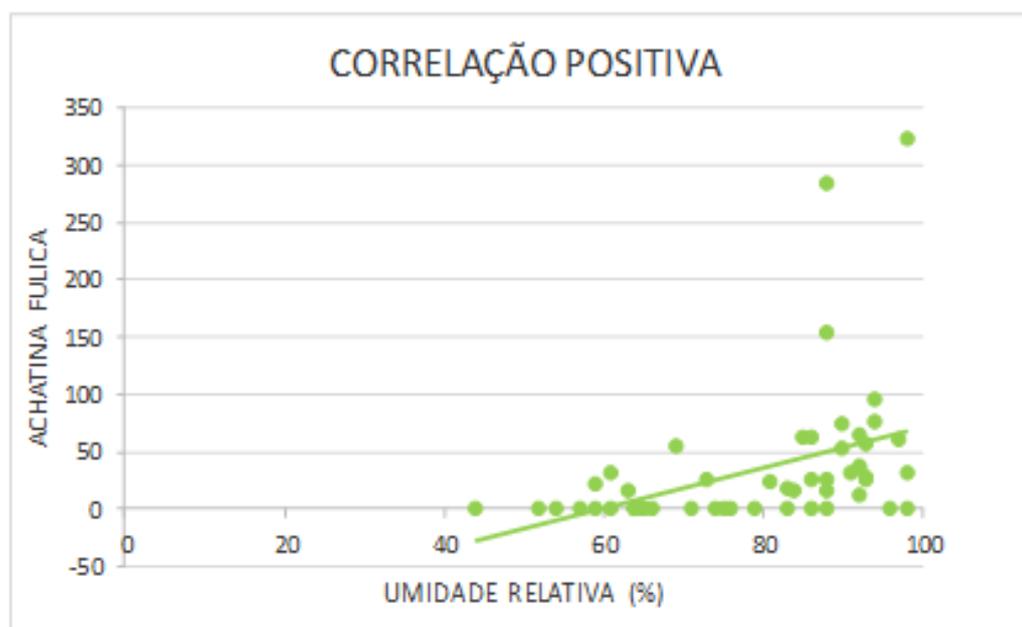
R = coeficiente de correlação 0,52 = Correlação Positiva Média

R² = coeficiente de determinação variável x ,y = 27,45

O valor de $r = 0,52$, teve uma variação de correlação positiva média entre as variáveis e as mesmas sendo diretamente proporcionais ao coeficiente de determinação no valor de $r^2 = 27,45$ mostrando que a determinação da relação é de 27% das vezes cabendo aos outros 73% outras relações de variáveis.

No que se refere às questões associadas à ocorrência do *Achatina fulica* e aos índices de Umidade Relativa do Ar, as interpretações dos resultados indicaram certa linearidade entre os aumentos de umidade e o comportamento ativo da espécie (Gráfico 7).

Gráfico 7 - Gráfico de dispersão e regressão linear, correlação e coeficiente de determinação de Pearson para *Achatina fulica* e Umidade relativa.



Elaboração: Souza M, G. 2019.

R = coeficiente de correlação 0,41 = Correlação Positiva Média

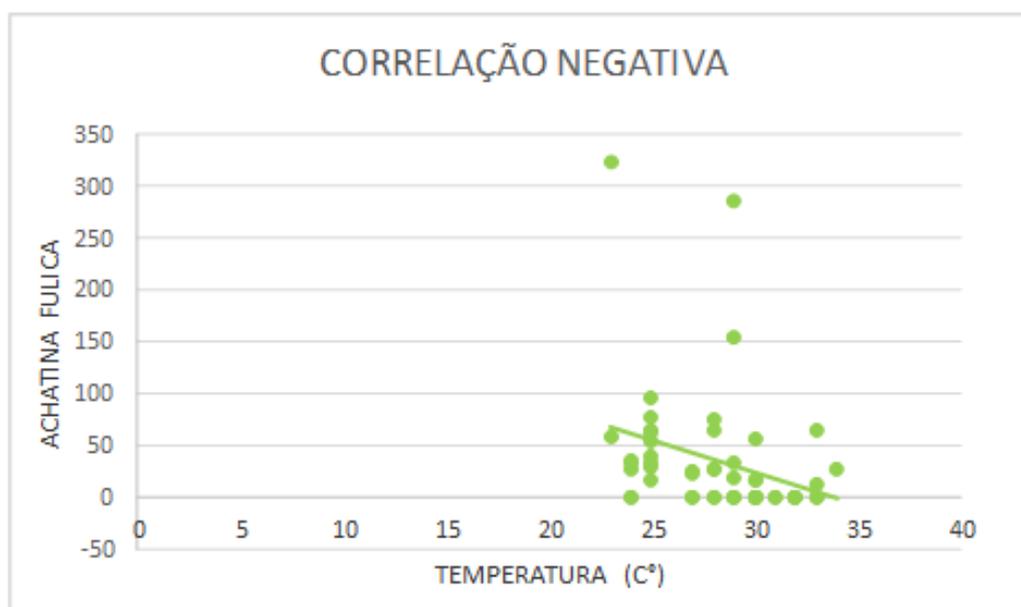
R² = coeficiente de determinação variável x ,y = 17,03

Ao acompanhar a relação entre Umidade e *Achatina fulica* o valor de $r = 0,41$, obtemos a correlação positiva média, sendo o coeficiente de Person $r^2 = 17,03$, em que a determinação de relação é de 17%, atribuindo 83% a outras relações.

Os trabalhos de Fisher *et al.* (2006) destacam que, sob temperaturas de 20°C e umidade relativa do ar em torno de 95%, foi possível coletar 396 moluscos com o tamanho médio de $7 \pm 2,3$ cm em um fragmento de floresta densa aluvial em Morretes (PR), e esses indivíduos, em sua maioria, eram adultos.

Na medida que os valores de umidade aumentaram, eles foram avistados com maior frequência durante as campanhas realizadas na área de estudo. Diante destes dados, pode-se mencionar que existe uma relação positiva entre o elemento climático e o caramujo, tendo a temperatura influenciado negativamente a sua locomoção no ambiente (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Dispersão e regressão linear Correlação e coeficiente de determinação de Pearson para *Achatina fulica* e Temperatura (C°).



Elaboração: Souza M, G. 2019.

R = coeficiente de correlação - 0,30 = Correlação Negativa Média

R² = coeficiente de determinação variável x ,y = 9,4

Por fim, os resultados de temperatura com coeficiente de correlação $r = - 0,30$ correspondem a uma correlação negativa média, onde $r^2 = 9\%$ atribuindo 91% de outras variáveis. De acordo com Dalson (2009), independente do sinal negativo ou positivo, quanto mais perto de (1), maior será o grau de independência estatística e linear das variáveis. Por outro lado, quanto mais próximo de zero, menor é a força dessa relação.

Resultados semelhantes aos encontrados em Manaus estão descritos em estudos desenvolvidos por Thiengo *et al.* (2010), nos quais pesquisas realizadas validaram a informação de que esse molusco possui uma vida biologicamente ativa em temperaturas que variam entre 25°C e 30°C.

As autoras Franco & Bradollini (2007), ao observarem o comportamento reprodutivo do *A.fulica*, sob condições experimentais de pesquisas em terrário, perceberam que o hábito de escavar o solo para se proteger de temperaturas elevadas manifestou-se sob toda a população avaliada. Nesse caso, as interpretações indicam que, mesmo com as elevadas temperaturas dos terrários em torno de 29°C, a umidade relativa do ar foi mantida em 73,5% por meio de borrifação. Este procedimento, além de auxiliar a sobrevivência, ajudou a manter a umidade do solo, favorecendo a manutenção da vida dos caramujos estudados.

Portanto, a relação exposta nos gráficos para precipitação, umidade relativa e temperatura contribui para a hipótese de que a espécie é influenciada pela chegada do inverno amazônico e sua hibernação se dá no verão ou quando a temperatura for superior a 30°C, atuando diretamente na manutenção de índices populacionais e contribuindo para a dispersão em outras áreas na cidade.

5.6 Características morfométricas da população de *Achatina fulica* em Manaus

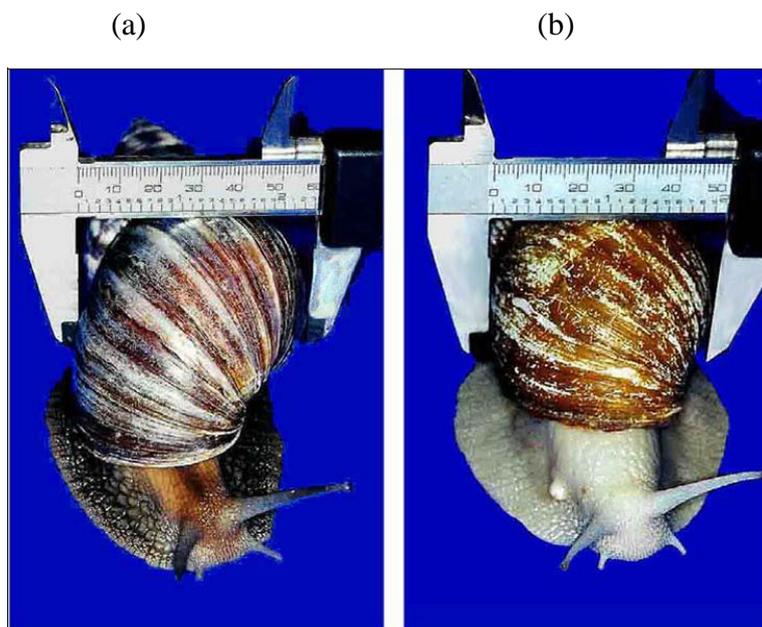
Para Resende (2017), as características das conchas constituem um conjunto de ferramentas necessárias para análises de populações de gastrópodes, sendo o conhecimento da concha o conhecimento mais importante para anatomia do molusco.

Segundo Fornel, Estrela. (2012), a morfometria destaca-se por ser um conjunto de métodos de campo que utiliza medidas lineares como comprimento e largura, ângulos ou razões (proporções), calculadas a partir de estruturas ou partes de organismos. Suas medições são precisas e estabelecidas sob pontos anatômicos, podendo ser classificados em três tipos.

1. Ponto tipo um – são os pontos mais confiáveis, padrões únicos na forma biológica. Exemplo: justaposição de tecidos, suturas ósseas, nervuras de asas.
2. Ponto tipo dois – são pontos mediamente confiáveis, que combinam medições geométricas e biológicas como tecidos ou extremidades de processos e curvatura óssea ou estruturas.
3. Ponto tipo três – são conhecidos como pontos pela baixa confiabilidade. Esses pontos são sutis e de difícil diferenciação em indivíduos da mesma família,

porém em espécies diferentes, requerendo a utilização de Software para processamento de possíveis pontos de diferenciação da espécie. Exemplo: Espécies *Achatina fulica* (a) e *Achatina monochromatica* (b). Figura 25.

Figura 25 - Fotografia comparativa indicando os pontos de medida da largura das conchadas: espécie *Achatina fulica* (a) e *Achatina monochromatica* (b).



Fonte: Teixeira, (2003).

De acordo com Teixeira (2003), as características morfométricas do *Achatina fulica* se concentram nas medições de concha e nos chamados pontos anatômicos ou estudos anatômicos. Para confirmar as descrições da espécie, sua concha tem como tamanho padrão de 4 a 10cm de comparação a espécies semelhantes.

Sua estrutura corporal pouco mudou em milhões de anos, tendo suas maiores modificações ocorrido em nível fisiológico, saindo do meio aquático para o terrestre. Com isso, a classe pulmonata detém o mais bem sucedido grupo de molusco terrestre (TEIXEIRA, 2003).

As medições morfométricas foram obtidas com o auxílio de um paquímetro, com precisão de 0,05mm, considerando o maior comprimento da concha (do ápice até a borda). A determinação das classes de tamanho foi realizada de acordo com a classificação proposta por Tomiyama (2002), que considera *juvenis* os caramujos com conchas de 1,0 a 4,0 cm; *jovens* os indivíduos com conchas de 4,0 a 9,0 cm e *adultos* aqueles com conchas acima de 9,0 cm de comprimento (Figura 26).

Figura 26 -Medições morfométricas. (a) medições de largura da concha de *Achatina fulica* (b) 350 indivíduos coletados bairro Santo Antônio.



Fonte: Souza M, G. 2019

Para o período em que o estudo foi realizado, pode-se classificar a população de *Achatina fulica* da cidade Manaus como *jovem*, seguindo a classificação proposta por Tomiyama (2002). Os valores submetidos às fórmulas de desvio padrão resultaram em 5,3 cm, em uma população amostral de 1.855 indivíduos coletados e analisados quanto às suas medidas apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 – Características morfométricas - tamanho da concha

Período	Zonas da cidade	Coletas	Coletados	Média	Desvio padrão (cm)
SET/2018 SET/2019	06	53	1.855	5,18	5,3

Fonte: Souza M, G. 2020.

De acordo com MARTINS (2005), o desvio padrão de uma amostra (ou coleção) de dados de tipo quantitativo é uma medida de dispersão dos dados relativamente à média que se obtém tomando-se a raiz quadrada da variância da amostra, onde x_i = o valor individual \bar{x} e a média dos valores n e o número de valores (Figura 27).

Figura 27 - Fórmula do desvio padrão

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Org. Souza M, G. 2019

Para Martins (2005), a variância da amostra se aplica à série que trata da amostra de um conjunto muito maior. Portanto, a variância amostral refere-se à parcela de dados retirados de um grande universo, da qual desejamos obter informações e/ou conhecimento. Os resultados obtidos, através das medições morfométricas neste estudo, deixam claro que o segmento populacional do *Achatina fulica* que ocorre em Manaus, de acordo com os dados referentes à totalidade dos espécimes avaliados, é representado por indivíduos jovens.

Segundo Civeyrel e Simberlof (1996, p.1231), o estabelecimento de *Achatina fulica* passa por três fases: exponencial, caracterizada por apresentar uma população de indivíduos grandes e vigorosos; a segunda trata de uma população com duração variável, aumento populacional; e a última a fase de declínio, quando há uma prevalência de indivíduos jovens, portadores de conchas fracas. Mediante a estas referências, foi possível determinar, após a análise, que o grupo encontrado está em fase de declínio.

Com base nos resultados morfométricos da espécie estudada, durante o período de um ano de coleta, pode-se inferir que, mesmo com as características de uma população de menor abundância, o *Achatina fulica* não se encontra em processo de extinção nessas geótopos.

Com referência a este tema, autores como Oliveira e Correia (2013, p. 11) indicam que se trata de uma tendência de flutuação populacional natural, que pode ser rapidamente alterada para um novo aumento populacional da espécie a partir do momento em que as barreiras geográficas sejam ultrapassadas, promovendo uma nova colonização e dispersão para novas áreas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Por se tratar de uma pesquisa de reconhecimento da espécie e sua adaptabilidade ao ambiente, fazem-se necessárias algumas considerações para trabalhos futuros. A análise dos resultados permite tecer algumas conclusões.

A conclusão do mapeamento descreve indivíduos dispersos pela cidade, sua localização é determinada por semelhanças entre fatores bióticos e abióticos, como temperatura, precipitação, umidade, excesso de vegetação, insalubridade e topografia. O padrão dos locais de coleta da espécie consiste em verdadeiras “Ilhas” que sustentam a sobrevivência do molusco, e essa harmonia, em alguns casos, é interrompida quando essas áreas são modificadas pela ação antrópica, o que faz com que os indivíduos sobreviventes busquem outras áreas para restabelecer uma nova população.

Em muitos países, o *Achatina fulica* é classificado como praga agrícola. Entretanto não foram encontrados dados de registro na cidade de Manaus ou em outros municípios do estado do Amazonas, considerando a espécie como praga agrícola. No Brasil o *Achatina fulica*, em vida livre, não possui predadores naturais e o seu hábito alimentar os torna uma espécie voraz (consome 10% do seu peso por dia), podendo se alimentar de cerca de 500 tipos de plantas, representando, desse modo, um potencial para praga agrícola.

Esta pesquisa não contemplou a análise de nematódeos, como acontece em inúmeras pesquisas realizadas, tendo como foco principal um olhar biogeográfico, porém seriam interessantes exames laboratoriais na espécie para possível elaboração de um mapa de risco epidemiológico. O último estudo publicado com essa temática foi em 2012, sob o título de “Ocorrência de *Aelurostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898) (Nematoda: *Metastrongylidae*) infectando o *Achatina fulica* Bowdich, 1822 na região amazônica”. Esse nematoide foi encontrado e descrito na literatura médico-veterinária parasitando principalmente o sistema pulmonar de felinos.

O exame de concha realizado pela medição de pontos anatômicos descreve uma população (jovens) na qual a grande densidade de indivíduos encontrados adaptou-se, contudo o período da pesquisa é insuficiente para classificarmos a situação de declínio ou não da população. Ademais, a densidade populacional pode estar sob a influência de possíveis predadores não identificados. O tempo de declínio de uma população pode variar de 20 a 100 anos, havendo potencial para a espécie local chegar a sua extinção, entretanto apesar de rara, pode ocorrer a possibilidade de um novo pico de indivíduos.

Seria ideal o monitoramento da espécie, a longo prazo, nos geótopos georreferenciados, com a elaboração anual de mapas (séries anuais) para uma possível visualização da dispersão ou retração da espécie na cidade, facilitando a identificação para o manejo ou extermínio.

Há relatos de municípios no Estado como Barcelos e Iranduba que possuem grandes densidades da espécie, com possíveis adaptabilidades ao ambiente de floresta primária e secundária, fazendo-se necessários estudos detalhados para verificação *in loco*.

Durante os levantamentos de campo, registrou-se a existência de caramujos a cerca de 32 Km da zona urbana da cidade, na rodovia AM 010, que liga Manaus-Itacoatiara e no Km 40 da BR 174, que liga Manaus à cidade de Boa Vista, em ambientes constituído por florestas secundária e primária.

A maior parte da dispersão do caramujo ocorre através das ações e mobilidades humanas, tanto de forma voluntária quanto involuntariamente. Tal forma de dispersão classifica-se como passiva e se efetiva provavelmente pelo acesso às estradas e a ramais secundários que adentram a floresta densa. A disseminação da espécie além da área urbana, sugere a hipótese de que a população em áreas de florestas possui características de uma população recém-introduzida, indicando a saturação do ambiente urbano.

Ressalte-se que as condições de salubridade no ambiente urbano servem de alerta para as autoridades e órgãos competentes. Por ser uma população recém-introduzida ao ambiente de floresta, é indispensável que se façam estudos mais detalhados para compreender a biologia e a ecologia comportamental da espécie, a fim de estimar os danos ao ambiente amazônico.

Apesar de não haver registros de contaminação pelo *Angiostrongylus cantonesis* na cidade de Manaus, o risco existe, cabendo salientar que o poder público deve agir, criando um sistema de notificação para essa espécie, que hoje é inexistente na cidade, visando manter vigilância constante no controle do molusco e evitar a propagação para novas áreas.

REFERÊNCIAS

ATTIAS, N.; SIQUEIRA, M.; BERGALLO, H. Acácias Australianas no Brasil: Histórico, Formas de Uso e Potencial de Invasão. **Biodiversidade Brasileira**, 3(2): 74-96p, 2013

ALMEIDA, Rayane Brito de. **Análise socioambiental da morbidade da malária em Manaus-AM. 2019.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7388>> Acesso em 01 Abril 2020.

ALVES, R. Cláudio, Lacerda Corrêa de Faria , Fábio Medeiros da Costa. **Avaliação dos conhecimentos dos alunos sobre a espécie invasora Achatina fulica (Pulmonata, Achatinidae) em uma escola de ensino fundamental de Colorado do Oeste, Rondônia, Brasil.** GAIA SCIENTIA (2017). VOLUME 11(2): 132-143 Disponível em:<<file:///C:/Users/Michael/Downloads/29175-Texto%20do%20artigo-89390-1-10-20180115.pdf>>. Acesso em 02 de julho 2020.

AQUINO, Mauricio. **Achatina fulica no Brasil.** REDVET. Revista electrónica de Veterinária 1695-7504 . 2010 Volume 11 Número 07. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/46818192_Achatina_fulica_no_Brasil>. Acesso em 02 julho 2020.

AQUASFERA. **Marco regulatório do saneamento ainda busca consenso.** 25/06/2019. Disponível<https://cebds.org/aquasfera/marco-regulatorio-do-saneamento-ainda-busca-de-consenso/?gclid=CjwKCAjwL2BRA_EiwAacX32SETBRo56oBO_hu7ErAO6Lo2MslF5N4clCyTd3CZLthxlzdR5IDy9BoCl9gQAvD_BwE> Acesso em: 06 junho 2020.

ACRITICA, **Recorre da tarifa de esgoto em Manaus.** 06 outubro. 2018. Disponível em:<<https://www.acritica.com/channels/manaus/news/quer-recorrer-da-cobranca-da-tarifa-de-esgoto-em-manaus-veja-como>>. Acesso em 06 junho 2020.

ANDRADE FILHO, V. S. **Estudo da associação entre material particulado emitido em queimadas e doenças respiratórias no município de Manaus, AM.** Dissertação. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Clima e Meio Ambiente) – Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia – Cidade, 2011.

AGUIAR, OSNY TADEU. **Comparação entre os métodos de quadrantes e parcelas na caracterização da composição florística e fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa no Parque Estadual “Carlos Botelho” – São Miguel Arcanjo, São Paulo Piracicaba, 2003.** Dissertação (mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

AGUDO-PADRON, A. I. 2011. **Exotic molluscs in Santa Catarina's State, Southern Brazil region (Mollusca, Gastropoda et Bivalvia):** check list and regional spatial distribution knowledge. Biodiversity Journal, Palermo, 2 (2): 53-58.

ALMEIDA, M. N. **Abundância, sazonalidade, reprodução e crescimento da concha de uma população de Achatina fulica [Bowdich, 1822] [Mollusca, Achatinidae] em ambiente urbano.** Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 16, n. 1, p. 51-60, jan. 2013.

ALMEIDA, M.N.; PEREIRA, T, M.; LIMA, L.H.C. – **Comportamento de Achatina fulica (Bowdick, 1822) (Mollusca, achatinidae) em ambiente urbano.** Revista Biociência. V.22, n.2, ISSN 1415-7411. Taubaté, SP: 2016.

ANJOS. Larissa Cristina Cardoso. **O acesso geográfico aos serviços de saúde na região metropolitana de Manaus e o perfil da mortalidade.** Revista geonorte, V.9, N.31, p.89-105, 2018. Edição especial 10 Anos do Programa de Pós-graduação em Geografia PPEOG – UFAM.

ALMEIDA. N Filho, Rouquayrol MZ. **Introdução à Epidemiologia.** 3º ed. Rio de Janeiro (RJ): Medsi; 2004.

BROWN, JH & LOMOLINO, MV. **Biogeography.** 1998 2nd Ed. Sunderland, Massachusetts (editores da Sinauer Associates, Inc.). - 691 S. ISBN 0-87893-073-6.

BARKER, G.M. & WATTS, C. 2002. **Management of the invasive alien snail Cantareus aspersus on conservation land.** Department of Conservation, Wellington.

BARCELLOS, C. **Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível?** Cadernos de Saúde Pública. Rio de Janeiro, ENSP, v. 12, n. 3, p. 389-397, 2006. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/csp/v12n3/0264.pdf>. Acesso em 12 abril 2018.

BARATA Rita Barradas; Briceño-León Roberto. **Doenças Endêmicas, abordagens sociais e comportamentais.** Editora Fiocruz - Rio de Janeiro 2000.

BEDÊ, L. C.; WEBER, M.; RESENDE, S.; PIPER, W.; SHULE, W. **Manual para Mapeamento de Biótopos no Brasil.** Belo Horizonte, Brandt Meio ambiente, 1997. 2ed. 180p.

BRODIE, G. & BARKER, G.M. 2012. **Euglandina rosea (Férussac, 1821). Family Spiraxidae.** 'USP Introduced Land Snails of the Fiji Islands Fact Sheet Series', No. 10. Disponível em: <epository.usp.ac.fj/5443/1/Euglandina_rosea-Ferussac-1821.pd>. Acesso em 19 junho 2020.

BRUNO, S. F.; BARD, V. T. **Exóticos invasores: bioinvasores selvagens introduzidos no estado do Rio de Janeiro e suas implicações**. Niterói: Editora da UFF, 2012. 127p.

BRASIL, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde - DATASUS. **Informações de Saúde, Sistema de Informações sobre Mortalidade**. Disponível em <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203>>. Acesso em 02 julho 2020.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Convenção Sobre Diversidade Biológica – **CDB Decreto Legislativo nº 2, de 1994 Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica**, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 05 junho 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica: diretrizes técnicas: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE)** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 2. Ed. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Geociências Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manuais Técnicos em Geociências número 1 **Manual Técnico da Vegetação Brasileira Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos**. Rio de Janeiro 2012. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em 20 novembro 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. 2019. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publica%C3%A7%C3%B5es/EEI/Guia_de_Manejo_de_EEI_em_UC_v3.pdf>. Acesso 12 abril 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância epidemiológica de eventos adversos pós-vacinação**. Brasília, 2014. 250 p.

BRITO Maria Eliane de Andrade. **Geografia Médica: origem e evolução. Doenças Endêmicas, abordagens sociais e comportamentais.** Org. Barata Rita Barradas; Briceño-León Roberto. Editora Fiocruz - Rio de Janeiro 2000.

BRODIE, G. & BARKER, GM (2012). **Sarasinula plebeia (Fischer 1868).** Família Veronicellidae.'USP Introduziu Caracóis Terrestres da Série de Fichas Técnicas das Ilhas Fiji' n° 4. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/265646862_Report_on_a_preliminary_survey_of_the_land_snail_fauna_of_Rotuma>. Acesso em 02 julho 2020.

BISCOITO, Manuel. **Bowdich, Thomas Edward biologia terrestre, personalidades transversais.** 2017. Disponível em:<<http://aprenderamadeira.net/bowdich-thomas-edward/>>. Acesso em 13 de abril 2020.

BERTRAND, G. **Paysage et géographie physique globale:** esquisse méthodologique. Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest, v. 39, fasc. 3, 1968. p. 249-272.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Massoni, 2007

BERTALANFFY, L. von. **Teoria Geral dos Sistemas.** 2ª ed. Petrópolis: Vozes, 1975.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. **Biogeography.** Sunderland: Sinauer, 1998.

CAPRA, Fritjof. **A teia da Vida: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** 11 ed. SP: Editora Cultrix, 1996.

COWIE, R.H. 2000. **Non-indigenous land and freshwater molluscs in the islands of the Pacific:** conservation impacts and threats. In: Sherley, G. (ed.) Invasive Species in the Pacific: a Technical Review and Draft Regional Strategy. South Pacific Regional Environment Programme, Apia, pp. 143–172.

COWIE, R.H. & D.G. ROBINSON. 2003. **Pathways of introduction of noindigenous land and freshwater snails and slug,** p. 93- 122. In: G. RUIZ & J.T. CARLTON (Eds). Invasive species: vectors and management strategies. Washington, Island Press, 484p

CZERESNIA, D. **Constituição epidêmica: velho e novo nas teorias e práticas da epidemiologia.** História, Ciências, Saúde - Manguinhos. Rio de Janeiro, vol. 8, n. 2, p. 341-356, jul./ago. 2001. Disponível em:< <http://www.scielo.br/scielo>>. Acesso em 12 junho 2018.

CHRISTOFOLETTI, Antônio, **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981. 313 p.

COSTA, Gilberto. **Novo marco legal do saneamento básico divide entidades**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-06/novo-marco-legal-do-saneamento-basico-divide-entidades>>. Acesso em 27 junho de 2020.

CORRÊA, Roberto Lobato. **Estudos sobre a rede urbana**. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand Brasil, 2006.

COSTA, Gilberto. **Novo marco legal do saneamento básico divide entidades**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-06/novo-marco-legal-do-saneamento-basico-divide-entidades>>. Acesso em 27 junho de 2020.

CUNHA; Cristiane Vieira. **Distribuição e ecomorfologia de *neritina zebra* (bruguiere, 1792) (mollusca: gastropoda:neritidae), em um estuário amazônico**. 2012. 68. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em ecologia aquática e pesca da universidade federal do Pará. Belém.

COLLEY, Simone, Silva. **Uma viagem pela história da Malacologia**. Estudo. Biologia, Ambiente Divers. 2012 jul./dez., 34(83), 175-190.

COLLEY, E; 2010. **Medidas de controle de *Achatina fulica***. O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil. Curitiba: Champagnat Editora – PUCPR, p. 203-229.

COLLEY, E FISCHER, M. 2009. **Avaliação dos problemas enfrentados no manejo do caramujo gigante africano *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) no Brasil**. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/zool/v26n4/v26n4a12.pdf>> Acesso em 02 julho 2020.

CARVALHO, O. S. et al. 2001. **Genetic variability and molecular identification of Brazilian *Biomphalaria* species (Mollusca: Planorbidae)**. Parasitology, 123: S197- S209.

CARVALHO, T. M.; RAMIREZ, R. **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à biogeografia: metodologia geográfica para espacialização de moluscos terrestres**. Boletim Goiano de Geografia, v. 28, n. 1, p. 157-166, 2008.

CARVALHO; CARVALHO. **Sistemas de informações geográficas aplicadas à descrição de *Habitats***. *Acta Scientiarum*. Human and Social Sciences Maringá, v. 34, n. 1, p. 79-90,

Jan.-June, 2012. Disponível em :<<http://ufrr.br/mepa/phocadownload/sig-exemplos.pdf>>
Acesso em 15 abril 2020.

COSTA, L.C.M. **Comportamento da Achatina fulica**. In: FISCHER, M.L.; COSTA, L.C.M. (org.). *Caramujo Gigante Achatina fulica no Brasil*. Curitiba: Ed. Champagnat, 2010. P. 141-174.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S. **Análise espacial de eventos**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2002. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap2-eventos.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2014.

CASTRO, Anna Maria de. **Fome, um Tema Proibido**: os últimos escritos de Josué de Castro. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1980.

CHELAZZI, G. (1991) **Eco-ethological aspects of homing behaviour in molluscs**. *Ethological Ecology and Evolution* 2, 11–26.

COSTA, M. B. **Achatina fulica e a saúde pública**. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências humanas e Naturais./ Departamento de Ciências Biológicas. 2006. Disponível em:<<http://www.ufes.br>>. Acesso em 24 maio 2018.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 20 março 2019.

CONSOLI, R.A.G.B.; OLIVEIRA, R.L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro. Editora Fiocruz. 1998.

CIVEYREL, L.; SIMBERLOFF, D. A tale of two snails: is the cure worse than the disease. **Biodiversity and Conservation**, v. 5, p. 1231-1252, 1996. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00051574>. Acesso em: 24 maio 2019.

COOK, A. (2001) **Behavioural ecology**: on doing the right thing, in the right place at the right time. In: Barker, G.M. (ed.) *The Biology of Terrestrial Molluscs*. CAB International, Wallingford, pp. 447–487.

CROWLEY, T.E. AND PAIN, T. (1970) **A monographic revision of the African land snails of the genus Limicolaria Schumacher (Mollusca – Achatinidae)**. Annales du Musée Royal de l’Afrique Centrale, Tervuren, Belgique, Sciences Zoologiques 177, 1–61.

DIÁRIO OFICIAL DO MUNICÍPIO. Secretaria municipal de desenvolvimento e meio ambiente SEDEMA. **Campanha de controle do caramujo africano tem balanço positivo.** Manaus 1 de agosto de 2005. Número 1292. Ano VI poder executivo. Disponível em: <<http://dom.manaus.am.gov.br/Dom/pdf/2019>>. Acesso em 15 agosto 2019.

DIAS, J.; SANTOS, L. **A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço socioambiental rural.** Confins, número 1, 2º semestre, 2007.

DIAS, Leonice, GUIMARÃES, Raul. **Biogeografia: conceitos, metodologia e práticas.** Tupã: ANAP, 2016. Disponível em: <[biogeografia conceitos metodologia e praticas leonice seolin dias e raul borges guimaraes orgs.pdf](http://biogeografia_conceitos_metodologia_e_praticas_leonice_seolin_dias_e_raul_borges_guimaraes_orgs.pdf)>.. Acesso em 20 novembro 2019.

DIAS, Renata. **Geografia médica e geografia da saúde hygeia.** Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. 1980-1726. Hygeia 5(8):57 - 91, Junho 2009. Disponível em: www.hygeia.ig.ufu.br. Acesso em: 20 junho 2019.

DELICIELLOS, Ana Cláudia; LORETTO, D. **O mundo invadido: consequências atuais das invasões biológicas.** Ciência Hoje, Rio de Janeiro: vol. 40. p. 24 a 29, 2007.

ELTON, C. S. **The Ecology of Invasions by Animals and Plants.** Chicago: The University of Chicago Press, 1958.

ESPINOLA, Luis A. FERREIRA JULIO JUNIOR, Horácio. **Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos.** INCI. 2007, vol.32, n.9, pp. 580-585. Disponível em : <<https://www.redalyc.org/pdf/339/33932902.pdf>>. Acesso em 11 de abril 2020.

EMBRAPA. **Controle biológico: ciência a serviço da sustentabilidade.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>>. Acesso em 08 junho 2019.

EMBRAPA. **Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil.** Campinas, SP maio 2017. Disponível em: : <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176016/1/20170522-COT-4.pdf>>. Acesso em 01 abril 2020.

EAMSOBHANA P, YONG HS. **Immunological diagnosis of human angiostrongyliasis due to Angiostrongylus cantonensis (Nematoda: Angiostrongylidae).** Int J Infect Dis 2009; 13(4):425-31.

FORNEL, R; ESTRELA, P. (2012). **Morfometria geométrica e a quantificação da forma dos organismos.**

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/269279188_MORFOMETRIA_GEOMETRICA_E_A_QUANTIFICACAO_DA_FORMA_DOS_ORGANISMOS>. Acesso em 12 junho 2020.

FURLAN, Sueli Ângelo. **Técnicas de biogeografia.** In: VENTURI, Luis Antonio Bittar (org). *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório.* São Paulo: Oficina de textos, 2005, p. 99- 130.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial: Teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento.** São Paulo: Editora UNES, 2014.

FERREIRA, Marcelo Urbano. **Epidemiologia e geografia: o complexo patogênico de Max. Sorre.** Departamento de Parasitologia, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo Cad. Saúde Pública vol.7 no. 3 Rio de Janeiro July/Set. 1991. Disponível em: <<http://dx.doi.org>>. Acesso 18 novembro 2018.

FLORENZANO, Tereza Gallotti (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANCO, D.O.; BRANDOLINI, S,V.P.B. **Comportamento reprodutivo de Achatina fulica Bowdich, 1822 (Mollusca Achatinidae) sob condições experimentais.** Rev. Bras. Zoociências. 9(1):57-61, Junho, 2007. ISSN 1517-6779.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder,** Machado, R. (trad. e org.), 9 ed., Graal, Rio de Janeiro 1979.

DALSON, Filho; JOSÉ, Junior. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r).** Revista Política Hoje, Vol. 18, n. 1, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/politica hoje/article/viewFile/3852/3156>>. Acesso em 23 junho 2020.

FERREIRA, G. P.; SANO, E. E. **Mapa de densidade de Kernel como indicador de desmatamento futuro na Amazônia Legal.** Anais.XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013. São José dos Campos: INPE, 2013.
Disponível em: <www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0933.pdf>. Acesso em 12 junho 2013.

FISCHER, M.L.; SIMIÃO, M.; COLLEY, E.; ZENNI, R.D.; SILVA, D.A.T. and LATOSKI, N. **O caramujo exótico invasor na vegetação nativa em Morretes, PR: diagnóstico da**

população de Achatina fulica Bowdich, 1822 em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa aluvial. *Biota Neotrop.* May/Aug 2006 vol. 6 no. 2, Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br>>. Acesso em 20 de junho 2020.

FISCHER, M L; 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*, 2005. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br>>. Acesso 23 Dezembro 2018.

FISCHER, M. L.; AMADIGI, I. S.N. **História Natural da Achatina fulica.** In: FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M.Org. *O Caramujo Gigante Africano Achatina fulica no Brasil.* Curitiba: Ed. Champagnat, 2010. p. 49-99.

FISCHER, M. L., CAIRES, L. B., & COLLEY, E. (2015). **Análise das informações veiculadas na internet sobre o Caramujo Gigante Africano Achatina fulica.** *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, 15(1), 149-172. Disponível em <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4306>>. Acesso em 02 julho 2020.

FISCH, Gilberto; MARENGO, José A and NOBRE, Carlos A. **Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia.** *Acta Amaz.* [online]. 1998, vol.28, n.2, pp.101-101. ISSN 0044-5967. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v28n2/1809-4392-aa-28-2-0101.pdf>>. Acesso 27 Novembro 2019.

FIOCRUZ. Agencia de Notícias. **Caramujos podem servir de criadouro para mosquitos.** 28/01/2016. Disponível em: <<https://agencia.fiocruz.br/caramujos-podem-servir-de-criadouro-para-mosquitos>>. Acesso em 01 fevereiro 2020.

FREITAS, C. M. de. **Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 8(1):137-150, 2003.

GÓIS, Marques C.A. **Paleobotânica da Ilha da Madeira: Inventário e Revisão da Macroflora Fóssil de São Jorge e Porto da Cruz.** 2013. MSc. Dissertation Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa. 144 p. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/49892870-Paleobotanica-da-ilha-da-madeira-inventario-e-revisao-da-macroflora.html>>. Acesso em 13 de abril 2020.

GILBERT, FISCH, José A. MARENGO 2 , Carlo s A. NOBRE 2. **Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia.** *Acta amazônica* 101-126. 1998.

GUIMARÃES, RB. Geografia e saúde. In: Saúde: fundamentos de Geografia humana [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015, pp. 17-39. ISBN 978-85-68334-938-6. Available from SciELO Books.

GUIMARÃES, Raul Borges. **Regiões de saúde e escalas geográficas**. Cadernos de Saúde Pública. V. 21, n. 4, jul/ago. 2001. p. 1017-1025. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo>>. Acesso em 12 novembro 2018.

GIL, Gustavo Luz. **Saneamento ambiental: participação popular e transversalidade em matéria de políticas públicas**. dissertação apresentada ao programa de pós graduação em direito ambiental da universidade do estado do amazonas. 2010. F 163. Disponível em: <<http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/31-7.pdf>>. Acesso em : 04 de junho 2020.

G1 AM. **Diagnóstico retira 12 bairros de Manaus da situação de alto risco para surto de doenças causadas pelo Aedes**. 05/12/2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2019/12/05/diagnostico-retira-12-bairros-de-manaus-da-situacao-de-alto-risco-para-surto-de-doencas-causadas-pelo-aedes.ghtml>>. Acesso em 20 junho 2020.

HELMUT, Troppmair. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 9ª ed. Rio de Janeiro. Ed. Technical Books 2012.

HODASI, J.K.M. (1989) **The potential for snail farming in West Africa**. In: Henderson, I.F. (ed.) *Slugs and Snails in World Agriculture*. Monograph No.41, British Crop Protection Council, Thornton Heath, pp. 27–31.

HOCHBERG NS, Park SY, Blackburn BG, Sejvar JJ, Gaynor K, Chung H, et al. **Distribuição de casos de meningite eosinofílica atribuível a *Angiostrongylus cantonensis* Havaí**. Emerg Infect Dis. 2007; 13 (11): 1675-1680. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.3201/eid1311.07036>>. Acesso em 29 janeiro 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo Demográfico – Características Gerais da População. Resultados da Amostra**, 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 02 maio 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados climáticos**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em 18 maio 2019.

KIMURA, K. & S. CHIBA. 2010. **Interspecific interference competition alters habitat use patterns in two species of land snails**. Evol. Ecol. 24: 815-825.

LAMBERT, M; 1974. **The African giant snail, *Achatina fulica*, in the Pacific islands.** *South Pacific Bulletin*. v 24, p.35–40.

LACAZ, C. S.; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA Jr., W. **Introdução à Geografia Médica do Brasil.** São Paulo: EDUSP, 1972.

LEONICE, Dias e Raul, Guimarães. **Biogeografia: conceitos, metodologia e prática.** Ed. Tupã: ANAP, 2016. 179 p. Disponível em:<file:///C:/Users/Michael/Downloads/biogeografia_conceitos_metodologia_e_praticas_leonice_seolin_dias_e_raul_borges_guimaraes_orgs.pdf>. Acesso 20 junho 2020.

LOURENÇO, L. S. **Aplicação da estatística multivariada no estudo da relação entre atributos do solo e da planta e a resposta espectral da cana-de-açúcar.** Campinas: FEAGRI/ UNICAMP, 2005.134p. Dissertação Mestrado.

LABORATORY OF PARASITOLOGY - **Scientific School of E. N. Pavlovsky.** Disponível em:<<http://www.zin.ru/labs/parasites/schoole.htm>>. Acesso em novembro 2018.

MEAD, A.R. (1979) **Economic malacology with particular reference to *Achatina fulica*.** In: Fretter, V. and Peake, J. (eds) *Pulmonates*, Vol. 2B. Academic Press, London, 150 pp.

MEAD, ALBERT. **The giant african snail:** a problem in economic malacology. Chicago: University of Chicago. Press, 1961. p.257

MEAD, A.R. 1982. **The giant African snails enter the commercial field.** *Malacologia*, v. 22, p. 489–493.

MAXIMIANO; Liz Abad. **Considerações sobre o conceito de paisagem.** RAEGA, Curitiba, n. 8, p. 83-91, 2004. Editora UFPR. Disponível em:<<https://revistas.ufpr.br/raega/article/viewFile/3391/2719>>. Acesso em 19 junho 2019.

MAYER, Jonathan and Alex Wagner, **Medical Geography.** University of Washington, Seattle, WA, USA Published by Elsevier Ltd. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2nd edition, Volume 15.2009. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.72034-4>>. Acesso 12 Dezembro 2018.

MONTEIRO, L. R.; REIS, S. F. **Princípios de Morfometria Geométrica.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 1999. 188 p.

MARTINS, Rodrigo. FLORIANO, Saulo. **Avaliação da degradação ambiental a partir do mapeamento de Geótopos no município de Ubatuba, São Paulo 2009. Brasil.** Disponível em :
<<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Geomorfologia/17.pdf>> Acesso em: 07 abril 2020.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística geral e aplicada.** 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2005. 421 p.

MYERS, P., R.; ESPINOSA, C. S.; PARR, T.; JONES, G. S.; HAMMOND, T. A. Dewey. 2012. **The Animal Diversity Web** (online). Disponível em:<<http://animaldiversity.org>> Acesso em: 08 junho 2019.

MARCELO, ALMEIDA. **Caramujo africano: apenas uma espécie introduzida ou um problema de saúde pública?** Acta Biomédica Brasiliensia / Volume 7/ nº 2/ Dezembro de 2016. Disponível em:<<https://actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/viewFile/155/125>>. Acesso em 01 fevereiro 2020.

MAGALHÃES, L. C. Silva. **Espécies exóticas na comunidade vegetal do Parque Estadual Sumaúma: potencial de impacto, uso humano e propostas de controle.** Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2015. p114. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado Amazonas - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia.

MARTINS, Maria Eugénia Graça. **Introdução à Inferência Estatística.** Departamento de Estatística e Investigação Operacional Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. ANO 2006. p.48. Disponível em:<<http://homepage.ufp.pt>> Acesso 08/05/2019.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; **Geossistemas: a história de uma procura.** 2. ed. - São Paulo: Contexto, 2001. 127 p.

MELO, Marcos A. **Mapeamento de biótopos: instrumento para o fomento da qualidade ambiental.** São Paulo, 2009. 157 p. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

MORASSUTTI, A.L.; THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.; SAWANYAWISUTH, K.; GRAEFF-TEIXEIRA, C. **Eosinophilic meningitis caused by *Angiostrongylus cantonensis*: an emergent disease in Brazil.** Mem. Inst. Oswaldo Cruz, v. 109, n. 4, p. 399-407. 2014.

MACHADO, Adriana de Souza .**A estrutura tarifária e a universalização dos serviços de saneamento básico: tensões e possíveis conciliações** . 2018. 119 f. Dissertação (mestrado) - Escola de Direito do Rio de Janeiro da Fundação Getulio Vargas.

MANDU, Bentes; GOMES, Santos. **Identificação de tendências no conforto térmico na região norte do Brasil: estudo de caso em Manaus-AM**. Revista geonorte, p.63-81, 2019. Disponível em <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/5191>. Acesso em :13 maio 2020.

NETO, Roberto. M. **A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação**. Geografia, vol. 17, n. 2. Universidade Federal de Londrina, 2008, p. 67-87.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do.; SAMPAIO, José Levi Furtado. **Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem**. Revista da Casa de Geografia de Sobral. Sobral, v.6/7, nº 1, 2004/2005.

OXFORD. **Dictionary of National Biography**, Oxford, Oxford University Press, 2004. Disponível em: <<http://www.oxforddnb.com/view/article/3027>>. Acesso em 6 de março. 2020.

OLIVEIRA, A. **Geografia de La Salud. Madri: Síntesis**. (Coleção Espacios y Sociedades) Série Geral, n.26, 1993.

OPAS. Organización Panamericana de La Salud. **Quase 16 milhões de pessoas ainda defecam ao ar livre na América Latina e no Caribe**. 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_joomlabook&view=topic&id=522>. Acesso em 18 junho de 2020.

OLIVEIRA, Júlio; CORRÊA, Kelly; CORRÊA, VASCONCELOS, Huann. **Ocorrência de Achatina fulica (Mollusca: Pulmonata: Achatinidae) em três bairros da cidade de Santana, Amapá. Macapá**, v. 3, n. 1, p. 9-12, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/438/v3n1p9-12.pdf>.>. Acesso 08 junho 2019.

OLIVEIRA, **Meningite associada à parasitose por angiostrongylus cantonensis**. III congresso brasileiro de ciências da saúde. V. 1, 2018. Disponível <<http://www.editorarealize.com.br/revistas/conbracis/anais.php>>. Acesso 15 fevereiro 2019.

OLIVEIRA-COSTA, Jorge; Souza, Reginaldo (2015). **Organização geossistêmica e invasões por Acacia sp. (Fabaceae: Mimosoideae) na Bacia Hidrográfica do Rio Arouce. Uma visão das invasões biológicas à escala do geossistema**. Revista de Geografia e

Ordenamento do Território (GOT), n.º 8 (dezembro). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 145-169, 2015.

PASSOS, MESSIAS. **Biogeografia e paisagem**. 2. Ed. – Maringá. 2003. 264p.

PANJA, U.K. (1995). **Activity pattern in respect to homing of the giant African landsnail, *Achatina fulica* Bowdich**. PhD thesis, University of Calcutta, Calcutta.

PRASAD, G. S., SINGH, D. R., SENANI, S., & MEDHI, R. P. (2004). **Eco-friendly way to keep away pestiferous Giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich from nursery beds**. Current Science, 87(12), p. 1657-1659.

PLANSAB. **Plano nacional de saneamento básico. Mais saúde com qualidade de vida e cidadania**. Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento. 238 páginas. Ano 2019. Disponível em:<https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab/Versaoatualizada07mar2019_consultapublica.pdf>. Acesso em 04 junho. 2020.

PECORA, I. L.; MIRANDA, M. S. **Salvando e aprendendo com *Megalobulimus***. Rev. Ciênc. Ext. v.10, n.1, p. 72-82, 2014.

PÔSSA, Évelyn. **Análise da densidade de eventos de degradação florestal e desflorestamento e sua relação com os polos madeireiros no estado do Pará**. Monografia apresentada para avaliação parcial na disciplina de Introdução ao Geoprocessamento (SER – 300) do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE. 2014.

PIKE, R. J.; EVANS, I., HENGL, T. 2009. **Geomorphometry: A Brief Guide**. In: HENGL, T.; REUTER, H. I. (eds.) Geomorphometry - Concepts, Software, Applications, Series Developments in Soil Science. vol. 33, Amsterdam: Elsevier, p. 3-30.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Nota técnica para a vigilância e controle do *achatina fulica* no município de São Paulo**. 2019. Disponível em:<<http://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/10/1022697/informe-tecnico-achatina-2019-final-versao-em-portugues-layout-oficial.pdf>>. Acesso em 10 junho 2020.

PILSBRY, H.A. (1919) **A review of the land mollusks of the Belgian Congo, chiefly based on the collections of the American Museum Congo Expedition, 1909–1915**. American Museum of Natural History Bulletin 40, 370 pp., 23 pls.

PÉREZ, A. M. **Diversidad de moluscos gasterópodos terrestres en la región del Pacífico de Nicaragua y sus preferencias de hábitat.** Revista de Biología Tropical, v. 56, n. 1, p. 317-332, 2008.

PUNYAGUPTA S, JUTTIJUDATA P, BUNNAG T. **Eosinophilic meningitis in Thailand. Clinical studies** of 484 typical cases probably caused by *Angiostrongylus cantonensis*. Am J Trop Med Hyg 1975; 24(6 Pt 1):92-31.

PEREIRA, RODRIGO. **Do mar aos axés: o uso dos moluscos nas religiões afro-brasileiras como exemplo da diáspora negra.** Revista Outras Fronteiras, Cuiabá, vol. 1, n. 2, jul-dez., 2014.

PIMENTEL, D. et al. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 84, n. 1, p. 1-20, 2001

PILATE, V.J., E.D. CHICARIANO, P.A. DANIEL, E.O. SANTOS, L.C. SILVA & E.C.A. BESSA. 2013. **Estudo comportamental da agregação e preferência por sítio de repouso de moluscos subulinídeos em laboratório.** Rev. Nord. Zool. 7: 16-26.

PILATE, V. J., CHICARINO, E. D., SILVA, L. C. DA, SANTOS, T. V. DOS, SOUZA, B. A. DE, & BESSA, E. C. DE A. (2018). **Biologia comportamental comparada entre moluscos terrestres nativos e exóticos.** Revista De Biologia Neotropical / Journal of Neotropical Biology, 14(1), 73-81. Disponível em <<https://www.revistas.ufg.br/RBN/article/view/43314>>. Acesso em 02 julho 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS / SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE. **Moradores aprendem a combater o caramujo africano.** 2019 SEMSA disponível em: <<http://www.manaus.am.gov.br/noticia/moradores-aprendem-a-combater-o-caramujo-africano/>>. Acesso em 18 junho 2020.

RAUT, S.K. AND GHOSE, K.C. 1984. **Food preferences and feeding behaviour in two land snails, *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys Indica* Godwin-Austen.** Records of the Zoological Survey of India, p. 421–440.

ROCHA, Valesca Paula. **Morfometria e Anatomia de Arcídeos (Mollusca, Bivalvia) da costa Norte-Nordeste do Brasil.** Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarino. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará – UFC, 2013.

ROCHA, SANDOVAL. **O Saneamento Básico de Manaus continua entre os piores do Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://amazonasatual.com.br/o-saneamento-basico-de-manaus-continua-entre-os-piores-do-brasil/>>. Acesso em 03 julho 2020.

ROTHER EDNA. **Revisão sistemática X revisão narrativa**. Acta paul. enfermagem. vol.20. São Paulo. 2007. Disponível em :<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002007000200001>. Acesso 28 junho 2019.

RIBEIRO, H. **Meio ambiente e saúde das populações**. O Mundo da Saúde. São Paulo, v.28, n.1, p. 21-26, jan./ mar., 2004

ROSHMI, REKHA SARMA, MADHUSHREE MUNSI, ARAVIND NEELAVARA ANANTHRAM. **Efeito da mudança climática no risco de invasão de caracol gigante africano (*Achatina fulica* Férussac, 1821: Achatinidae) na Índia**. Ano 2015. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0143724>>. Acesso em 19 junho 2020.

RAUT, S. K.; BARKER, G. M. **Achatina fulica Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture**. In: BARKER, G. (Org.). Mollusks as croup pest. New Zealand: CAB Publishing, 2002. p. 55-114.

ROSEN, George. **Uma História da Saúde Pública**. Traduzido por Marcos Fernandes da Silva Moreira 3.edição Ed. Hucitec 2006 São Paulo.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. 2. Ed., Belo Horizonte: UFMG, 2008.

REZENDE. Raquel de Seixas. **Resposta rápida de leptinaria unilamellata (d'orbigny, 1835) (gastropoda: subulinidae) a condições ambientais, em gerações sucessivas de laboratório: efeito materno e antagonismo entre resistência à dessecação e sucesso reprodutivo**. Ano 2017. Folhas.68 Dissertação de mestrado. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/131383413-Raquel-de-seixas-rezende.html>>. Acesso em 19 junho 2020.

ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A.; DEEERING, D.W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite)**. In: PROCEEDINGS OF THE THIRD ERTS SYMPOSIUM, SP-351 Goddard Space Flight Center, 1973, Washington: NASA, 1973, p. 309–317.

ROJAS, L. I., 1974. **Geografía y salud: Temas y perspectivas en América Latina.** *Cadernos de Saúde Pública*, 14:701-711

RICHARDSON, D.; WILGEN, B. **Invasive alien plants in South Africa: how well do we understand the ecological impacts?** *South African Journal of Science*, 100, 45-52p, 2000.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Georreferenciadas. Conceitos e Fundamentos.** Campinas - SP, Ed: Unicamp, 2003. Disponível em:<<http://www.scielo.br/scielo>>. Acesso em 12 dezembro 2018.

SILVEIRA, Heitor Matos, JAYME, Naibi Souza. **Cartografia de síntese e geografia da saúde: aproximações teóricas**, Bol. geogr. Maringá, v. 32, n. 3, p. 122-137, set-dez, 2014.

SRIVASTAVA, P.D.1992. **Problem of Land Snail Pests in Agriculture: a Study of the Giant African Snail.** Concept Publishing Company, New Delhi, p. 234.

SIMBERLOFF, D. **How much information on population biology is needed to manage introduced species?** *Conservation Biology*. v. 17, n.1, p. 83-92; 2002.

SINGH, C. AND BIRAT, R.B.S. (1969) **The giant African land snail *Achatina fulica* Bowdich** in Bihar. *Journal of the Bombay Natural History Society* 66, 201–203.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica, Razão e Emoção.** 3ª Edição. São Paulo: Edusp (Editora da USP), 2003.

SORRE, M. **Les Fondements de la Géographie Humaine.** Tome Premier: Les fondements biologiques. Paris: Armand. Colin, 1951.

SOUZA, Reginaldo. **O sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem) aplicado ao estudo sobre as dinâmicas socioambientais em Mirante do Paranapanema-SP.** Dissertação (mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia. UNESP: Presidente Prudente, 2010.

SOUZA, N. P.; SILVA, E. M. G. C.; TEIXEIRA, M. D.; LEITE, L. R.; REIS, A. A.; SOUZA, L. N.; ACERBI JUNIOR, F. W.; RESENDE, T. A. **Aplicação do estimador de densidade kernel em unidades de conservação na bacia do rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor.** In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 16. (SBSR). 2013, Foz do Iguaçu. Anais. São José dos Campos: INPE, 2013. p. 4958-4965. Disponível em:www.inpe.br. Acesso em: 28 dez. 2018.

SALATI, E, MARQUES, J. 1984. **Climatology of the Amazon region**. In: Sioli, H. (ed). The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. W. Junk Publishers, Bonn, Alemanha, p. 85-126.

SILVA, L. J. **Ocupação do espaço e doenças endêmicas**. In: BARATA, R.B.; BRICEÑO-LEÓN, R.E., org. Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000

SALA, O. E. **Global biodiversity scenario for the year 2100**. Science, v. 287, n. 5497, p. 1770-1774, 2000.

SIMIÃO, M. **Estimativa e caracterização da população de *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca; Achatinidae) no município de Pontal do Paraná, Paraná, Brasil**. Monografia (Curso de Biologia) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2003

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1962.

TEIXEIRA, Dulcinea Gonçalves. **Anatomia macroscópica e microscópica do sistema reprodutor de escargots das espécies *Achatina fulica* e *Achatina monochromatica***. 2003. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10132/tde-14102004-161142/es.php>>. Acesso em: 12 junho 2020.

TAKEDA, N. AND OZAKI, T. (1986) **Induction of locomotor behaviour in the giant African snail, *Achatina fulica***. *Comparative Biochemistry and Physiology* 83A, 77-82.

TROSTLE J. **Anthropology and epidemiology in the twentieth century: a selective history of collaborative projects and theoretical affinities**. In: James CR, Stall R, Gifford SM, editors. *Anthropology and epidemiology*. Dordrecht: D. Reidel Publ.; 1986. p. 59-96.

THIENGO, S.C. 2007. **Helmintoses de interesse médico-veterinário transmitidas por moluscos no Brasil**, p. 287-294. In: S.B. SANTOS; A.D. PIMENTA; S.C. THIENGO; M.A. FERNANDEZ; R.S. ABSALÃO (Eds). Tópicos em Malacologia Ecos do XVIII Encontro Brasileiro de Malacologia. Rio de Janeiro, Ed. Corbã, 406p.

THIENGO SC, FERNANDEZ MA. ***Achatina fulica*: um problema de saúde pública**. In: O caramujo Gigante Africano no Brasil. Champagnat. Curitiba, 2010.

TOMIYAMA, K. **Age dependency of sexual role and reproductive ecology in a simultaneously hermaphroditic land snail, *Achatina fulica* (Stylommatophora: Achatinidae).** *Venus*, v.60, n.4, p.273–283, 2002.

TOMIYAMA, K. **Courtship behaviour of the Giant African snail, *Achatina fulica* (Ferussac) (Stylommatophora; Achatinidae) in the field.** *Journal of Molluscan Studies*, v. 60, p. 47-54, 1992.

TATTERSFIELD, P. (1996) **Local patterns of land snail diversity in a Kenyan rain forest.** *Malacologia* 38, 161–180.

TRATABRASIL. **Novo Ranking do Saneamento Básico evidencia: melhores cidades em saneamento investem 4 vezes mais que as piores cidades no Brasil.** Disponível em: <[http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking2019/PRESS RELEASE_Ranking do Saneamento_NOVO.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking2019/PRESS_RELEASE_Ranking_do_Saneamento_NOVO.pdf)>. Acesso em 04 junho 2020.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12.,2005, Goiânia. Anais.Goiânia, 2005. p. 1-8

VASCONCELLOS M.C.; PILE E. **Ocorrência de *Achatina fulica* no Vale do Paraíba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.** *Rev. de Saúde Pública*, v. 35, p. 582-584, 2001.

VAN BRUGGEN, A.C. (1986) **Aspects of the diversity of the land molluscs of the Afrotropical Region.** *Revue de Zoologie Africaines* 100, 29–45.

VIEITES, Renato Guedes, FREITAS, Inês Aguiar. **Pavlovsky e Sorre: duas importantes contribuições à geografia médica.** *Ateliê geográfico revista eletrônica UFG – IESA. Goiânia-GO* v. 1, n. 2 dez/2007 p.187-201 página 187.

WOLFENBARGER, D.O. 1971. **Dispersion of the giant African snail *Achatina fulica*.** *Quart. Jour. Florida Acad. Sci.* 34(1):48-52. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Landsat Project Description. Disponível em:<http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php>. Acesso em 27outubro 2019.

OWEN, D.F. (1965) **A population study of an equatorial land snail, *Limicolaria martensiana* (Achatinidae).** *Proceedings of the Zoological Society of London* 144, 361–382.

ZANOL, J. FERNANDEZ, M.A., OLIVEIRA, A.P.M. & THIENGO, S.C., **The exotic invasive snail *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) in the State of Rio de Janeiro (Brazil): current status.** Biota Neotrop disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n3/en/abstract?shortcommunication+bn00610032010>>. Acesso 20 setembro 2019.