



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CAMPUS DE ARAGUAÍNA
CURSO DE LICENCIATURA EM BIOLOGIA

DANIEL DIAS FEITOZA

ESTUDO TEÓRICO SOBRE A CONSERVAÇÃO DE
QUELÔNIOS NA VIA LAGO, EM ARAGUAÍNA – TO

ARAGUAÍNA – TO

2022

DANIEL DIAS FEITOZA

**ESTUDO TEÓRICO SOBRE A CONSERVAÇÃO DE
QUELÔNIOS NA VIA LAGO, EM ARAGUAÍNA – TO**

Monografia apresentada à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus de Araguaína para a obtenção do título de Licenciado em Biologia.

Orientador(a): Profa. Dra. Jeane Alves de Almeida

Araguaína – TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

D541 e Dias Feitoza, Daniel.

Estudo teórico sobre a conservação de quelônios na Via Lago, em Araguaína – TO. / Daniel Dias Feitoza. – Araguaína, TO, 2022.

49 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Biologia, 2022.

Orientadora : Jeane Alves de Almeida

1. Rio Lontra. 2. Podocnemis unifilis. 3. Biodiversidade. 4. Saúde Ambiental. I. Título

CDD 574

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

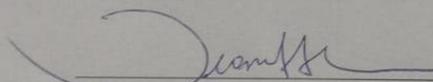
DANIEL DIAS FEITOZA

ESTUDO TEÓRICO SOBRE A CONSERVAÇÃO DE QUELÔNIOS NA
VIA LAGO, EM ARAGUAÍNA – TO

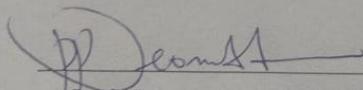
Monografia foi avaliada e apresentada à UFNT –
Universidade Federal do Norte do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína, Curso de Licenciatura em
Biologia para obtenção do título de Licenciado em
Biologia e aprovada em sua forma final pelo Orientador
e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 18/12/2022

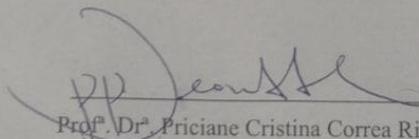
Banca Examinadora



Prof. Dr. Jeane Alves de Almeida - UFNT - (Orientadora)



Prof. Dr. Ana Kelen Filipe Lima – UFNT - (Titular 1)



Prof. Dr. Priciane Cristina Correa Ribeiro - UFNT - (Titular 2)

Araguaína - TO

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por todo o apoio e incentivo durante minha jornada acadêmica, principalmente minha mãe Evanei, minha avó Josefa e minha irmã Nicole, por todo o afeto.

Aos meus professores, por compartilharem comigo os frutos da civilização.

A minha orientadora, Prof^ª Dra. Jeane Alves de Almeida, pela disponibilidade em me orientar e por todas as contribuições no desenvolvimento desse trabalho.

Aos meus colegas pelas contribuições em minha formação.

Aos meus amigos pelos bons momentos.

E a todas as músicas e álbuns que me acompanharam durante todo esse tempo.

*“Vênus, planeta do amor
Foi destruído pelo aquecimento global
Seu povo também queria demais?
Seu povo queria demais?”.
(Mitski)*

RESUMO

A expansão urbana alterou diversos espaços no meio ambiente, os adaptando às necessidades humanas. Em Araguaína – TO, o processo de urbanização e posteriormente de industrialização impactaram negativamente o rio que corta a cidade, e atualmente continuam impactando. Os quelônios da espécie *Podocnemis unifilis* são um dos vertebrados mais facilmente observados na Via Lago, um dos braços do rio Lontra. Esses animais estão sujeitos à diversos tipos de pressões antrópicas, por isso, este trabalho discute, com embasamento da literatura, a importância da conservação dos quelônios da cidade de Araguaína. Compreende-se que toda espécie deve ser conservada para manter a biodiversidade e a diversidade genética, além disso, quelônios atuam como importantes elos na manutenção dos ciclos naturais. A má gestão de recursos naturais pode acabar contribuindo com a contaminação por elementos-traço, perda de serviços ecossistêmicos, intensificação da circulação de zoonoses etc. Por isso entende-se que a conservação dos quelônios da Via Lago é uma atividade importante por si só e por aspectos relacionados ao equilíbrio do ecossistema da região e a saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Lontra. *Podocnemis unifilis*. Biodiversidade. Saúde Ambiental.

ABSTRACT

Urban expansion has altered several spaces in the environment, adapting them to human needs. In Araguaína - TO, the process of urbanization and later industrialization negatively impacted the river that runs through the city, and currently continue to impact. Chelonians of the species *Podocnemis unifilis* are one of the most easily observed vertebrates in Via Lago, one of the branches of the Lontra River. These animals are subject to different types of anthropic pressures, therefore, this work discusses, based on the literature, the importance of conservation of chelonians in the city of Araguaína. It is understood that every species must be conserved to maintain biodiversity and genetic diversity, in addition, chelonians act as important links in the maintenance of natural cycles. Mismanagement of natural resources can end up contributing to contamination by trace elements, loss of ecosystem services, intensification of the circulation of zoonoses etc. Therefore, it is understood that the conservation of turtles in Via Lago is an important activity in itself and in terms of aspects related to the balance of the region's ecosystem and human health.

KEYWORDS: Lontra River. *Podocnemis unifilis*. Biodiversity. Environmental Health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Cladograma dos Amniota atuais mostrando os grupos monofiléticos.....	16
Figura 2	Esqueleto e casco de uma tartaruga.....	17
Figura 3	Esquema da retração de pescoço da subordem (a) Cryptodira e (b) Pleurodira.....	18
Figura 4	Esquema da respiração de testudines (a) inspiração e (b) expiração.....	18
Figura 5	Distribuição de <i>Podocnemis unifilis</i> na América do Sul.....	21
Figura 6	<i>Podocnemis unifilis</i>	22
Figura 7	Cidade de Araguaína – TO.....	36
Figura 8	Via Lago, Araguaína – TO.....	37
Figura 9	Povoado de Garimpinho, município de Araguaína – TO.....	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Objetivo geral.....	12
2.2	Objetivo específico.....	12
3	METODOLOGIA.....	13
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1	Notas de taxonomia.....	14
4.2	Classe reptilia.....	15
4.2.1	Ordem testudinata.....	16
4.2.1.1	<i>Cágados.....</i>	20
<u>4.2.1.1.1</u>	<u>Tracajá.....</u>	20
4.3	Estresse fisiológico.....	22
4.3.1	Dinâmica energética dos organismos vivos.....	24
4.3.1.1	<i>Carboidratos.....</i>	24
4.3.1.2	<i>Ação de hormônios no controle glicêmico.....</i>	25
4.4	Bioacumulação.....	27
4.5	Quelônios como reservatórios de zoonoses.....	28
4.5.1	Salmonelose.....	29
4.5.2	Leptospirose.....	31
4.6	Biologia da conservação.....	32
4.6.1	Conservação e manejo de quelônios.....	33
5	DISCUSSÃO.....	36
5.1	Impactos no rio Lontra e ameaça aos quelônios.....	36
5.2	Conservação de quelônios em Araguaína.....	39
5.3	Alternativas na conservação de quelônios em Araguaína.....	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

À medida que o homem expande a urbe e engloba áreas naturais, as transformando em áreas cinzas para atender suas demandas por espaço, ele modifica as características do meio ambiente e a forma como ele funciona. O processo de urbanização pode levar a ocupação de margens de rios ou até mesmo o aterramento de alguns corpos d'água (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019), mudando drasticamente os nichos ecológicos dos organismos nativos e tornando sua luta por sobrevivência mais difícil.

As cidades são responsáveis por causar grandes impactos ao meio ambiente, suas dinâmicas internas acabam produzindo grandes quantidades de resíduos diariamente, em muitos casos esses resíduos não recebem o manejo adequado. Os resíduos produzidos pelo homem são formados principalmente por matéria orgânica, nutrientes e sólidos minerais, que muitas vezes acabam contaminando o solo e principalmente as águas, o que pode afetar não só a fauna e flora, mas também pode tornar-se um problema sanitário futuro para as cidades (PEREIRA *et al.*, 2021).

O descarte indevido de lixo e a descarga de esgoto industrial e esgoto doméstico pode representar um problema para a saúde pública, pois há risco de contaminação por substâncias químicas nocivas e disseminação de doenças relacionadas à falta de saneamento básico. Desse modo os resíduos sólidos oferecem risco às plantas e animais silvestres e ainda às pessoas que entram em contato com a biota contaminada (NEVES *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2021).

A presença humana representa, para os demais seres vivos, uma pressão antrópica que acaba sendo um fator limitante que pode determinar a sobrevivência de algumas espécies. Muitos seres vivos quando estão frente a condições adversas, como temperatura de água elevada, radiação solar excessiva e poluentes, entram em um estado de estresse onde seu organismo tenta preparar o indivíduo para se defender da condição atípica imposta a eles. Em casos em que o indivíduo permaneça estressado por um longo período, ele pode acabar morrendo (AGUIRRE *et al.*, 1995; BOFF; OLIVEIRA, 2021).

Na região Norte do Brasil, no Estado do Tocantins, está localizada a cidade de Araguaína que se encontra na zona de transição entre o bioma Cerrado e Amazônia (IBGE, 2010), por isso a região apresenta uma rica biodiversidade de fauna e flora. Sua localização, entre importantes outros estados, contribuiu bastante com seu desenvolvimento econômico, o que favoreceu seu crescimento urbano e adensamento populacional nos últimos anos.

O município de Araguaína, segundo maior do estado, está localizado no Norte do Estado do Tocantins, segundo o IBGE (2010) possui uma área de 3.921 Km² e uma população de

150.484 habitantes. Desde os primeiros habitantes da região onde hoje localiza-se o município, inicialmente indígenas da etnia Carajás e posteriormente imigrantes de outras regiões do país, o rio Lontra sempre foi um importante recurso para o desenvolvimento das populações humanas na região de Araguaína (ARAGUAÍNA, 2022).

Apesar do rio ter contribuído com o desenvolvimento da cidade, em contrapartida, a cidade contribui com a degradação do rio com descargas de efluentes domésticos e industriais que acabaram alterando algumas características físicas e químicas das águas, o que influencia diretamente em sua qualidade (SEPLAN, 2002). No ano de 2012 descobriu-se que a Estação de Tratamento de Esgoto Neblina despejava efluentes com demanda bioquímica de oxigênio em quantidades muito acima do permitido pelo Naturatins no córrego Neblina, uns dos córregos que fazem parte da bacia hidrográfica do rio Lontra (ALMEIDA, 2020).

O descaso com o rio Lontra vem desde a construção da Belém-Brasília (BR-153), que rapidamente impulsionou o crescimento econômico e populacional da região de Araguaína, o que fortaleceu bastante a agroindústria no município. A construção da BR-153 por si só já causou grandes impactos ambientais, a industrialização da cidade por meio de laticínios e frigoríficos também gerou e ainda gera seus impactos (SEPLAN, 2002; ALMEIDA, 2020).

A região do Rio Lontra conhecida como Via Lago, espaço de lazer da população de Araguaína, às margens de um dos braços do maior rio da região, é um dos cartões postais da cidade. Mesmo assim, é um ambiente negligenciado pelo poder público e policiamento ambiental, quando se trata da conservação do ambiente aquático. A Via Lago abriga diversas espécies de animais, entre eles está uma população de quelônios da espécie *Podocnemis unifilis* que é colocada em risco, ao entrar em contato com a descarga de esgoto e o lixo descartado indevidamente no rio, além de sofrerem com outras formas de pressão antrópica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Fazer uma discussão teórica sobre efeitos das ações humanas na vida silvestre e a conservação das espécies que habitam o lago de Araguaína – TO.

2.2 Objetivo específico

Apresentar os impactos da antropização na Via Lago e inferir sobre a perturbação deste ambiente nas populações de quelônios.

3 METODOLOGIA

Este estudo, de natureza qualitativa, trata-se de uma Revisão Narrativa (ROTHER, 2007) sobre o tema conservação de quelônios, onde busca discutir de forma crítica o assunto sob o ponto de vista teórico, reunindo informações da literatura e aplicando no contexto analisado. O critério para a inclusão e exclusão de obras foi arbitrário (CASARIN *et al.*, 2020), as obras foram selecionadas de acordo com sua relevância para o estudo apoiando-se na avaliação do autor.

Para a realização deste estudo, a revisão de literatura foi feita nas bases de dados do Scielo, Google Scholar e Periódicos CAPES, considerando publicações feitas em português e inglês, sem restrição de ano de publicação. Nas buscas realizadas em cada plataforma foram pesquisadas as seguintes palavras-chave: Testudines, Quelônios, Tartaruga, *Podocnemis unifilis*, Répteis, Estresse, Biocumulação, Salmonelose, Leptospirose, Conservação, Biodiversidade, Sustentabilidade e Rio Lontra, também foram pesquisadas suas correspondências em inglês: Testudines, Chelonians, Turtle, *Podocnemis unifilis*, Reptiles, Stress, Bioaccumulation, Salmonelose, Leptospirose, Conservation, Biodiversity, Sustainability and Lontra river.

Além disso, também foram usados livros de caráter científico das áreas da Evolução, Zoologia, Fisiologia Animal, Botânica, Ecologia, Biologia da Conservação, Parasitologia, e Sustentabilidade como literatura de apoio, além de documentos oficiais e sites importantes que pudessem contribuir com a discussão do tema.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Notas de taxonomia

É natural para o homem buscar padrões na natureza, e foi observando a diversidade de formas de vida no meio ambiente que logo percebeu que muitos grupos de seres vivos compartilham características estruturais muito similares. Hoje sabe-se que a similaridade entre grupos de seres vivos nem sempre pode ser observada a olho nu, muitas vezes a similaridade que os relacionam só pode ser observada a nível molecular (RIDLEY, 2007).

Em *Systema Naturae* (1735), Carolus Linnaeus desenvolveu o primeiro sistema taxonômico unificado que classificava plantas e animais em grupos (táxons) de acordo com suas características morfológicas e os identificava com uma nomenclatura binominal para cada espécie. Atualmente, são consideradas características que vão além da morfologia para determinar se indivíduos são aparentados ou não. Com o passar dos anos, as classificações propostas por Linnaeus tornaram-se obsoletas. Entretanto, o princípio básico de agrupamento de grupos dentro de grupos e a nomenclatura binominal ainda são utilizados para sistematizar a classificação taxonômica (HICKMAN *et al.*, 2016; POUGH; JANIS, 2019).

As espécies são agrupadas em gêneros: o lobo cinzento *Canis lupus* e o chagal dourado *Canis aureus*, por exemplo, são espécies agrupadas no gênero *Canis*; os gêneros são agrupados em famílias: o gênero que contém os cães e os lobos reúne-se com outros gêneros, como o gênero *Vulpes*, das raposas, para constituir a família Canidae; várias famílias reúnem-se para formar uma ordem (no caso, a Carnivora), várias ordens, para formar uma classe (Mammalia), várias classes, um filo (Chordata) e os filios para formar um reino (Animalia) (RIDLEY, 2007, p. 497).

As duas principais teorias de classificação taxonômica usadas na atualidade, sistemática fenética e sistemática filogenética, respeitam a teoria da evolução e seguem a ideia inicial de Linnaeus, mas em alguns casos acabam agrupando os mesmos indivíduos de maneiras diferentes. A primeira teoria leva em consideração características adaptativas similares, enquanto a segunda considera características morfológicas, moleculares e às vezes características comportamentais (RIDLEY, 2007; POUGH; JANIS, 2019).

Porém, nem sempre a similaridade entre organismos corresponde a ancestralidade em comum, há casos em que características similares surgem por razões independentes durante a jornada evolutiva das espécies, o que pode acabar levando taxonomistas a agruparem indivíduos que não são aparentados em um mesmo táxon, ou indivíduos aparentados em táxons diferentes (KARDONG, 2016).

4.2 Classe reptilia

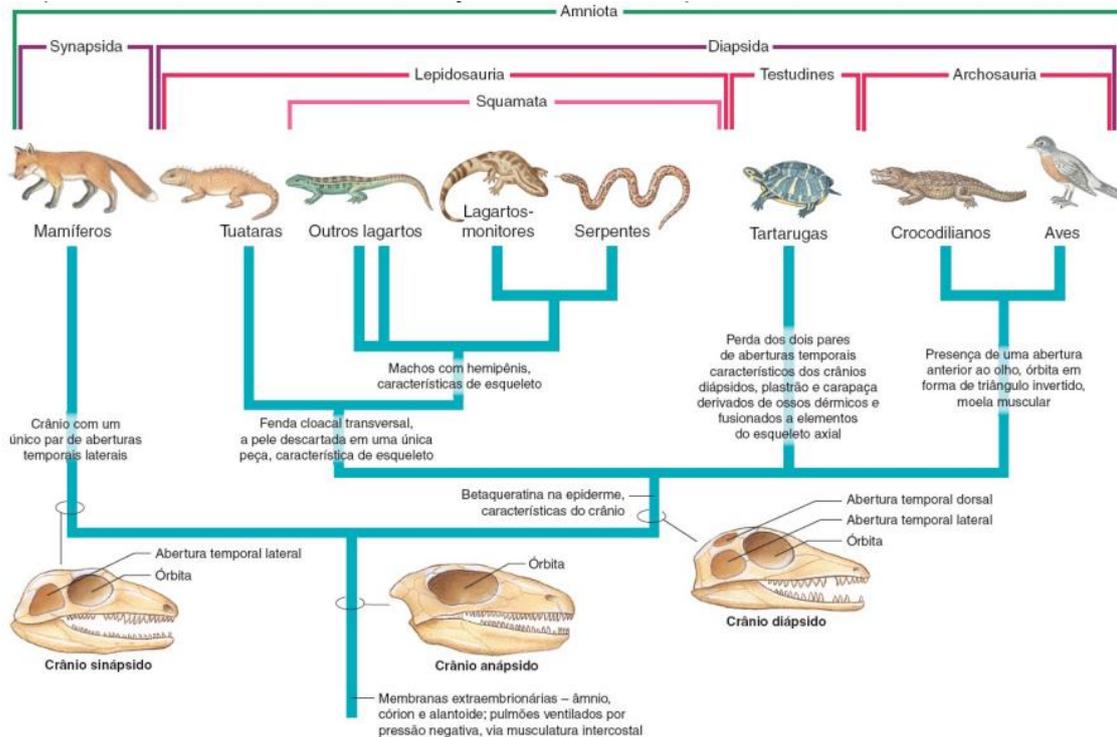
Pertencentes ao reino Animalia e ao filo Chordata, os chamados répteis formam um táxon (classe Reptilia) de animais ectotérmicos que apresentam pele seca queratinizada relativamente impermeável, escamas epidérmicas, liberação de ácido úrico como rejeito metabólico e ovo amniótico como novidades evolutivas. A sistemática filogenética compreende esse táxon como um grupo parafilético, o qual nem todos os descendentes de seu ancestral comum mais recente estão inclusos nesse grupo, pois há evidências de que as aves têm relação evolutiva próxima com os répteis modernos, mas são classificadas em outro táxon pela sistemática fenética. São classificadas atualmente como répteis as tartarugas, os crocodilianos, os lagartos, as serpentes e as tuataras (RIDLEY, 2006; HICKMAN *et al.*, 2016; SCHMIDT-NIELSEN, 2013; KARDONG, 2016; POUGH; JANIS, 2019).

A vida na Terra começou na água, a evolução produziu seres capazes de saírem do ambiente aquático para dominar o ambiente terrestre, se diversificando em formas e tamanhos. A ruptura com ambiente aquático proporcionou o surgimento animais capazes de reter grande parte dos líquidos corporais, evitando perdas por transpiração e eliminando rejeitos metabólicos nitrogenados que não exigem grandes quantidades de água para serem excretados, além da capacidade de se reproduzir sem a necessidade de ambientes aquáticos ou úmidos (SCHMIDT-NIELSEN, 2013; HICKMAN *et al.*, 2016; KARDONG, 2016).

Os amniotas são um grupo monofilético, onde todos os descendentes de seu ancestral comum mais recente estão inclusos, que conseguem se reproduzir em ambiente seco por meio do ovo amniótico, o que permitiu a esses indivíduos diversificarem-se em todas as formas de répteis, aves e mamíferos que se conhecem atualmente (HICKMAN *et al.*, 2016).

O surgimento do ovo amniótico foi muito importante para o sucesso dos primeiros amniotas na terra seca. Diferente dos anfíbios e peixes, que eram e ainda são dependentes da água para a reprodução, os répteis dispõem do ovo amniótico que envolve o embrião em um fluido e garante um meio aquoso para seu desenvolvimento mesmo em terra seca (HICKMAN *et al.*, 2016; KARDONG, 2016). O ovo amniótico exige que a fecundação seja interna, por isso muitos amniotas machos apresentam pênis, esse órgão também ocorre em anfíbios da ordem Gymnophiona, mas tem origem evolutiva distinta (POUGH; JANIS, 2019).

Figura 1 - Cladograma dos Amniota atuais mostrando os grupos monofiléticos



Fonte: Hickman, *et al.*, (2016).

4.2.1 Ordem testudinata

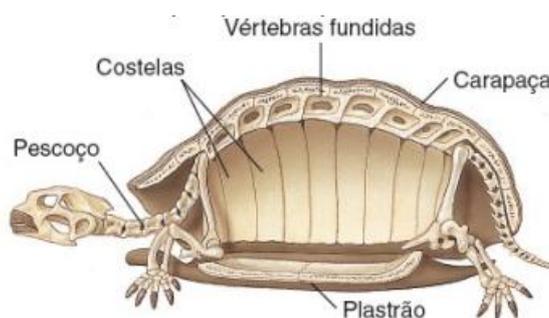
Os testudines, ou simplesmente tartarugas/quelônios, são amniotas bastante diferenciados em relação aos seus colegas de táxon, porque não apresentam aberturas no crânio da mesma forma que os demais amniotas. Os primeiros amniotas foram classificados como anapsidas, pois não possuíam nenhuma abertura temporal no crânio, os sinapsidas apresentam um único par de aberturas temporais e são representados pelos mamíferos, já os diapsidas apresentam dois pares de aberturas temporais no crânio que são geralmente observadas nos répteis modernos e em aves, de maneira diferenciada. Não se sabe ao certo o papel das aberturas temporais, mas acredita-se que elas estão relacionadas com músculos mandibulares que passam por elas, o que pode ter contribuído com os novos hábitos alimentares dos tetrápodes (KARDONG, 2016).

Os testudines não apresentam nenhuma abertura temporal, e por isso são considerados descendentes diretos dos anapsidas. Entretanto, algumas evidências morfológicas e moleculares indicam que possivelmente os testudines sejam diapsidas modificados que perderam as aberturas temporais logo muito cedo na jornada evolutiva. Porém, apesar de não apresentarem

aberturas temporais, os testudines desenvolveram emarginações na parte posterior do crânio que também são ocupadas por músculos mandibulares, mas não são consideradas aberturas temporais, pois têm origem filogenética diferente, o que na prática ainda proporcionou a esse grupo de animais a possibilidade de ter uma mordida potente (HICKMAN *et al.*, 2016; KARDONG, 2016)

Em geral as ordens de répteis são bem distintas morfologicamente entre si, mas são os testudines que apresentam uma das formas corporais mais diferenciadas dentro da Classe reptilia. Esses répteis possuem o corpo envolvido dorsalmente por uma carapaça e ventralmente por um plastrão, essas estruturas são formadas por uma camada externa de queratina e uma camada interna óssea. Na carapaça, a segunda camada é formada a partir da fusão de costelas, vértebras e ossos dérmicos, já o plastrão é derivado dos ossos da interclavícula (HICKMAN *et al.*, 2016).

Figura 2 - Esqueleto e casco de uma tartaruga



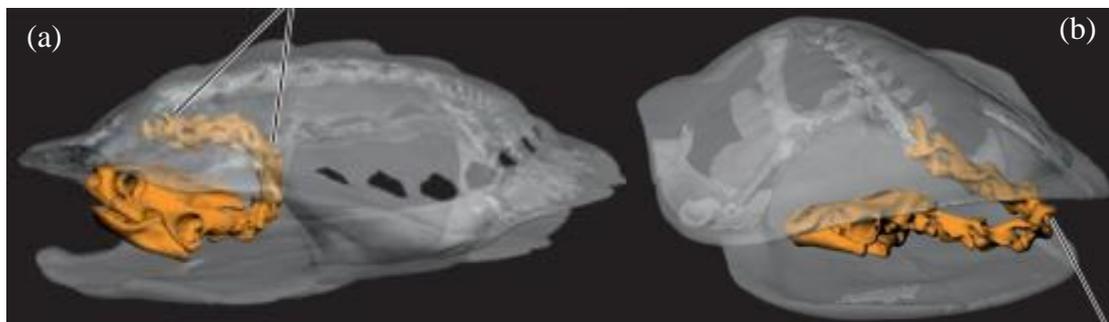
Fonte: Hickman, *et al.*, (2016).

A carapaça dos testudines é subdividida em escudos epidérmicos córneos dispostos um ao lado do outro, geralmente cinco escudos centrais, quatro escudos laterais, e entre dez e doze escudos marginais dispostos de maneira vertical da parte dianteira até a traseira do corpo do animal. O plastrão, também é formado por escudos epidérmicos dispostos sequencialmente em duas linhas uma adjacente a outra (SOUZA; MALVASIO; LIMA, 2000; HICKMAN *et al.*, 2016).

Os testudines não podem abandonar suas carapaças porque elas fazem parte do seu próprio corpo, esses animais conseguem retraindo os membros e a cabeça, e podem usar essa habilidade como forma de defesa contra predadores. Aqueles que são capazes de retraindo o pescoço totalmente para dentro da carapaça são agrupados na subordem Cryptodira e os que apenas retraem o pescoço lateralmente, na subordem Pleurodira. Apesar dessa vantagem, a

carapaça impede a possibilidade da caixa torácica se expandir durante a respiração porque as costelas são fundidas a ela (HICKMAN *et al.*, 2016; KARDONG, 2016).

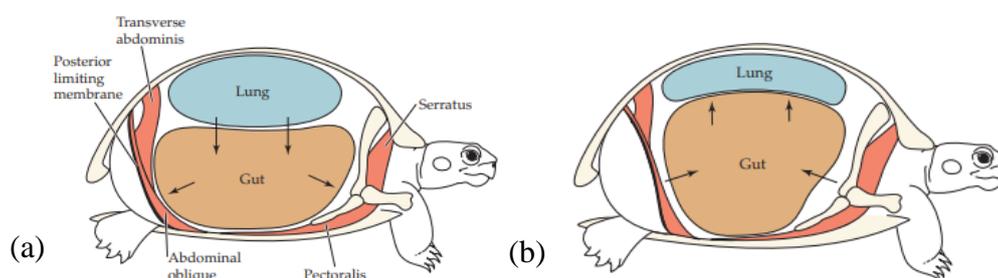
Figura 3 – Esquema da retração de pescoço da subordem (a) Cryptodira e (b) Pleurodira



Fonte: Pough e Janis, (2016).

Para que o ar rico em oxigênio chegue aos pulmões, o indivíduo contrai a musculatura para aumentar a cavidade interna do corpo, assim permitindo que os pulmões inflem com o ar. Quando os músculos ligados às vísceras se contraem, eles elevam as vísceras em direção aos pulmões, assim expelindo o ar pobre em oxigênio. Uma forma alternativa de expiração acontece ao mover a cintura escapular para a parte interna do corpo, ela pressiona as vísceras induzindo a liberação do ar pobre em oxigênio dos pulmões. Ainda existem alguns testudines que são capazes de obter oxigênio bombeando água pela boca e cloaca, que são regiões ricamente vascularizadas, o que permite aos animais aquáticos passarem longos períodos submersos (HICKMAN *et al.*, 2016; POUGH; JANIS, 2019).

Figura 4 – Esquema da respiração de testudines (a) inspiração e (b) expiração



Fonte: Pough e Janis, (2019).

Os representantes modernos não apresentam dentes, ao invés disso têm placas queratinizadas rígidas que formam um bico córneo, também são os únicos tetrápodes que apresentam os membros e cinturas internos em relação às costelas e os dígitos articulados aos

ossos do tornozelo. Seu cérebro equivale a cerca de 1% de sua massa corporal, entretanto seu telencéfalo é maior que o de anfíbios, o que indica que são animais relativamente inteligentes, também não possuem audição apurada e conseqüentemente emitem poucos sons, salvo casos específicos em que a vocalização é mais evidente. Em contrapartida dispõem de uma ótima visão em cores e olfato aguçado (HICKMAN *et al.*, 2016; KARDONG, 2016).

Apesar dos testudines serem uma ordem de animais com um longo ciclo de vida, em contrapartida apresentam maturidade sexual tardia e baixa reposição de indivíduos dentro da população. Fêmeas mais velhas tendem a ter cada vez menos ovos eclodindo nos ninhos conforme o passar dos anos, além disso os filhotes de testudines são facilmente predados por outros animais, e os poucos indivíduos que chegam à fase adulta ainda podem sofrer com a degradação de seus habitats e serem predados por humanos (POUGH; JANIS, 2019).

Os testudines são animais ovíparos que apresentam dimorfismo sexual e na maioria dos casos as fêmeas são maiores que os machos, mas Moll e Moll (2004) apontam que esse padrão se inverte nas maiores espécies, onde o macho apresenta porte maior que o da fêmea. Os testudines machos apresentam um pênis que permite a fecundação interna dos óvulos das fêmeas (HICKMAN *et al.*, 2016).

Os testudines geralmente depositam seus ovos em ninhos na areia e sua grande maioria têm a determinação sexual atrelada a temperatura do ambiente. Durante o período termo sensitivo na encubação dos ovos, o sexo é determinado pelo efeito cumulativo da temperatura que influencia na síntese de enzimas que estão envolvidas na diferenciação das gônadas. O hormônio estrógeno, relacionado com a produção de indivíduos fêmeas, também tem sua síntese influenciada pela temperatura. Embriões que são tratados com estrógeno se tornam indivíduos fêmeas mesmo que as condições sejam propícias para a produção de machos, da mesma forma, quando a síntese de estrógeno é bloqueada são produzidos machos mesmo em condições favoráveis para a produção de fêmeas. Por isso conclui-se que a temperatura tem forte relação com a determinação da razão sexual das tartarugas (FERREIRA JUNIOR, 2009; POUGH; JANIS, 2019).

Em geral, temperaturas baixas produzem machos e temperaturas altas produzem fêmeas, mas existem casos em que temperaturas muito altas e muito baixas produzem fêmeas e uma determinada temperatura intermediária produz machos. Nem todos os ovos dão origem a indivíduos do mesmo sexo, porque apesar da temperatura do ambiente ser a mesma ela pode atingir os ovos de maneiras diferentes dependendo da forma como eles estão dispostos no ninho (FERREIRA JUNIOR, 2009).

Os termos “tartaruga”, “jabuti” e “cágado” são aplicados de forma variável a diferentes membros da ordem Testudines. Entretanto, é correto chamar a todos os seus representantes simplesmente de tartarugas. O termo “jabuti” é frequentemente aplicado às tartarugas terrestres, especialmente às de grande porte. Muitas espécies de água doce são conhecidas como “cágados”, enquanto o termo “tartaruga” é frequentemente aplicado a espécies marinhas e também a alguns representantes típicos de água doce (HICKMAN *et al.*, 2016).

O padrão de atividade de alguns testudines está diretamente relacionado ao regime de chuvas e a temperatura do ar e da água, geralmente são mais ativos quando o ar da região onde vivem está mais úmido e preferem temperaturas mais altas. Os cágados, jabutis e uma pequena minoria das tartarugas têm o hábito de tomar sol (assoalhamento) nos períodos mais quentes do dia, são animais ectotérmicos, assim como os outros répteis, e dependem da irradiação solar para aquecer seu corpo pois precisam da influência da temperatura para um bom funcionamento de seu metabolismo (SOUZA, 2004; KARDONG, 2016).

4.2.1.1 Cágados

Os testudines conhecidos como cágados são tipicamente pertencentes à família Chelidae, mas no Brasil também existem representantes das famílias Geoemydidae, Kinosternidae e Podocnemididae. Esses animais representam uma forma intermediária entre tartarugas adaptadas à vida submersa e jabutis adaptados a vida emersa, os cágados são capazes de habitar tanto a água doce quanto a terra, por isso seus habitats são as margens de corpos d’água, por isso possuem membranas interdigitais que auxiliam no deslocamento pela água (SOUZA, 2004; CARVALHO, 2013; FERRARA *et al.*, 2016).

Os cágados são onicarnívoros e podem se alimentar de plantas e animais, e até mesmo de carniça e de esgoto doméstico, são considerados animais oportunistas que se alimentam do que há disponível no ambiente em que vivem, e em alguns casos, cágados podem migrar em busca de melhores condições de vida. Esses animais apresentam diversas interações ecológicas, podendo realizar dispersão de sementes, além de garantir a ciclagem de nutrientes ao ingerir grandes quantidades de matéria orgânica do ambiente aquático e terrestre a transformando em proteína animal (SOUZA, 2004; FERRARA *et al.*, 2016).

A sobrevivência das populações naturais de cágados depende da existência de fêmeas sexualmente maduras, mas devido seu maior tamanho corporal, em relação aos machos, é alvo da caça humana. As populações também sofrem bastante com a predação de seus ovos e altos números de mortalidade de filhotes desde que nascem até atingirem o tamanho mínimo onde sua carapaça é mais eficiente na sua defesa (FERRARA *et al.*, 2016).

4.2.1.1.1 Tracajá

No Brasil, são chamados popularmente de Tracajá os indivíduos da espécie *Podocnemis unifilis*, esses quelônios podem medir até 50 cm e pesar até 12 Kg. Possuem uma distribuição ampla na América do Sul, no Brasil podem ser encontrados nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (RHODIN *et al.*, 2017; FERRARA *et al.*, 2016). Em território brasileiro, a espécie foi considerada quase ameaçada de extinção pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) no ano de 2014, mas o Grupo de Trabalho de Taxonomia de Tartarugas considerou a espécie ameaçada de extinção na região amazônica em estudo publicado no mesmo ano (FERRARA *et al.*, 2016).

Figura 5 – Distribuição de *Podocnemis unifilis* na América do Sul



Fonte: Rhodin *et al.* (2017).

São animais de hábitos tanto diurnos quanto noturnos, são predominantemente aquáticos e por isso possuem membranas interdigitais entre suas garras. Nessa espécie os filhotes apresentam uma carapaça cinza-escuro, marrom ou verde-oliva com as bordas das placas marginais em tons amarelados. O macho adulto possui carapaça preta e as fêmeas têm uma carapaça cinza ou marrom-claro. Os filhotes e machos adultos possuem manchas amareladas na cabeça, já em fêmeas adultas as manchas tornam-se marrom-escuro com o passar dos anos. Os machos apresentam uma cauda proporcionalmente maior que a das fêmeas, mas em tamanho

corporal são menores que as das fêmeas (KLOSOVSKI, 2003; FERRARA *et al.*, 2016; VALADÃO, 2019).

Quando atingem a maturidade, tendem a adotar uma dieta mais herbívora, consumindo principalmente algas, macrófitas e frutos, complementando a dieta com pequenos peixes, ossos e carcaças, enquanto os indivíduos juvenis consomem mais alimentos de origem animal. São animais de baixa seletividade para locais de desova, que ocorre anualmente durante a estação de seca dos rios, podendo ocorrer até duas vezes em uma mesma estação. O período de incubação pode variar entre 45 e 70 dias, dependendo da localidade (FERRARA *et al.*, 2016; VALADÃO, 2019).

Figura 6 – *Podocnemis unifilis*



Fonte: Valadão (2019)

4.3 Estresse fisiológico

Conceitualmente o estresse é definido como um estímulo que quebra a homeostase e provoca uma resposta invariável do organismo, chamada de Síndrome da Adaptação Geral, que é dividida em três estágios. No primeiro estágio, reação de alarme, o organismo reconhece uma situação de estresse e mobiliza-se para enfrentá-la. Caso o estímulo estressante persista, o organismo entra no segundo estágio, fase de resistência, reunindo os elementos necessários para gerar uma resposta que o permitirá aclimatar-se. No último estágio, fase de exaustão, se o organismo não consegue anular os efeitos do agente estressor ele mantém-se respondendo de forma crônica, o que pode afetar negativamente as funções fisiológicas do organismo (BOFF; OLIVEIRA, 2021; SILVERTHORN, 2017).

O conceito de homeostase é muito importante para o entendimento do funcionamento dos organismos vivos, é por meio da homeostase que os parâmetros fisiológicos são mantidos

constantes. Entretanto, há parâmetros como a pressão arterial, frequência cardíaca e glicemia que naturalmente são alterados para atender as necessidades dos tecidos quando o organismo sai do estado de repouso e passa por situações específicas. O organismo não precisa manter constantes todos os parâmetros fisiológicos a todo momento, apenas aqueles que são essenciais para sua sobrevivência, como o pH, temperatura corporal, tensão de oxigênio etc. que em circunstâncias específicas são redefinidos para novas faixas normais (BOFF; OLIVEIRA, 2021).

O processo que dá suporte a homeostasia alterando as faixas normais dos parâmetros fisiológicos do organismo é chamado de alostase, para cada ambiente e estágio do desenvolvimento as faixas normais são redefinidas para aclimatar o organismo a uma nova condição. Assim pode considerar-se que a estabilidade do sistema é alcançada através de mudanças, as quais necessitam de ações articuladas do cérebro, nervos, coração, pulmões, rins e baço para acontecerem. Quando o organismo não é capaz de gerenciar a alostase para responder a um agente causador de estresse ele sofre um desgaste, chamado de carga alostática, que pode impactar negativamente na sua saúde (SOUZA JUNIOR; PEREIRA, 2008; SOUSA; SILVA; GALVÃO-COELHO, 2015; BOFF; OLIVEIRA, 2021).

Os organismos vivos são capazes de se ajustar às alterações no ambiente, buscando sempre a estabilidade, mas quando as alterações são intensas o suficiente para quebrar a homeostasia, os organismos entram em estado de estresse, e respondem a esse estímulo alterando suas funções fisiológicas fundamentais como o metabolismo, crescimento, reprodução e imunidade. Em casos extremos o indivíduo pode morrer por exaustão ao usar quase toda sua reserva energética para responder a ação de um agente estressor (SILVERTHORN, 2017; BOFF; OLIVEIRA, 2021).

Apesar disso, nem toda resposta do organismo a um agente estressor leva a uma consequência negativa, na maioria dos casos a mobilização energética funciona como um instrumento natural de defesa do organismo para que ele possa sobreviver às situações que exijam uma resposta rápida do indivíduo às pressões da natureza (BOFF; OLIVEIRA, 2021). A resposta de cada organismo varia entre espécies, indivíduos e situações, por isso alguns organismos podem ser mais resilientes enquanto outros são mais vulneráveis ao desenvolvimento de patologias relacionadas à resposta crônica (SOUSA; SILVA; GALVÃO-COELHO, 2015).

Já existem estudos que avaliam o estresse de quelônios em ambientes antropizados. Ferronato *et al.* (2009) ao analisarem a hematologia de *Phrynops geoffroanus* do sudeste brasileiro observaram altos valores de leucócitos no sangue desses animais, também comentam

que identificar se esses valores estão dentro ou fora dos padrões para a espécie é difícil porque ainda existem poucos estudos sobre o estresse fisiológico em quelônios, além disso, sabe-se que os parâmetros hematológicos de répteis são bastante variáveis em relação ao sexo, idade, dieta, estação do ano etc. (AGUIRRE *et al.*, 1995), mas os autores ressaltam a importância de estudos futuros sobre o tema.

4.3.1 Dinâmica energética dos organismos vivos

Biomoléculas são moléculas associadas a organismos vivos, divididas em quatro tipos: carboidratos, lipídeos, proteínas e nucleotídeos. A ingestão dessas moléculas permite que os organismos possam se manter vivos e funcionando corretamente. Quando essas moléculas passam por determinados processos bioquímicos, são quebradas e liberam a energia contida em suas ligações químicas, que é armazenada em outras moléculas específicas, como o ATP, também podem ser usadas pelo organismo para sintetizar componentes celulares importantes (SCHMIDT-NIELSEN, 2013; SILVERTHORN, 2017).

Quando a quantidade de biomoléculas ingeridas excede as necessidades do organismo para energia e síntese, a energia das moléculas sobressalentes é armazenada em outras moléculas, como o glicogênio, para serem usadas como fonte de energia quando for preciso, e em períodos de jejum quando o organismo não ingere novas biomoléculas a energia armazenada se torna disponível para ser usada pelo organismo (SILVERTHORN, 2017).

4.3.1.1 *Carboidratos*

Também conhecidos como açúcares ou glicídios, os carboidratos são biomoléculas compostas por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, onde para cada átomo de carbono existem dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Há três tipos de carboidratos: monossacarídeos, açúcares simples que podem conter cinco ou seis átomos de carbono, como a glicose; dissacarídeos, formados por duas unidades de açúcares simples, geralmente glicose e outro monossacarídeo; polissacarídeos, polímeros de várias unidades de monossacarídeos repetidas (SILVERTHORN, 2017).

A glicose é um monossacarídeo formado por seis átomos de carbono, doze átomos de hidrogênio e seis átomos de oxigênio, que pode satisfazer completamente as necessidades energéticas da maioria dos animais, o encéfalo dos vertebrados tem preferência por extrair energia da glicose, e em casos de baixa concentração de glicose no sangue – hipoglicemia,

somente o cérebro tem acesso a utilização da glicose. Por se tratar de um carboidrato, essas biomoléculas entram na cadeia alimentar principalmente através da ingestão de vegetais que fixam o carbono em seus tecidos pela fotossíntese (EVERT; EICHHORN, 2014; SILVERTHORN, 2017).

Embora a glicose seja a forma comum na qual o açúcar é transportado em muitos animais, nas plantas e outros organismos, os açúcares são frequentemente transportados como dissacarídeos. A sacarose, um dissacarídeo composto por glicose e frutose, é a forma na qual o açúcar é transportado na maioria das plantas (EVERT; EICHHORN, 2014).

O glicogênio é um polissacarídeo formado por diversas unidades de moléculas de glicose e é a principal forma de estocagem de glicose em organismos vivos. Essas biomoléculas podem ser encontradas em praticamente qualquer célula, mas costumam estar mais presentes em células do fígado e músculo esquelético. O glicogênio do tecido muscular fornece uma fonte de energia imediata para a contração dos músculos, já o glicogênio do fígado é destinado para a síntese de glicose (SCHMIDT-NIELSEN, 2013; SILVERTHORN, 2017).

Ao excederem suas necessidades por carboidratos, os organismos estocam a glicose em moléculas de glicogênio, esse processo é chamado de glicogênese, porém a capacidade de armazenar glicose dos organismos é limitada e grande parte do excedente de glicose é armazenado em moléculas de lipídios em um processo chamado lipogênese, então, quando a concentração de glicose no sangue (glicemia) diminui, as moléculas de glicogênio são quebradas em moléculas de glicose, glicogenólise. Ainda existe a possibilidade de o organismo sintetizar glicose a partir de moléculas que não são açúcares, gliconeogênese, para dessa forma sempre manter a glicemia precisa (SILVERTHORN, 2017).

4.3.1.2 *Ação de hormônios no controle glicêmico*

Os hormônios são substâncias químicas sintetizadas por células específicas que podem causar alterações radicais na fisiologia de um organismo mesmo em baixa concentração. Essas substâncias são transportadas pelo sangue e só exercem sua função ao entrarem em contato com os receptores de suas células-alvo. Também existem hormônios (feromônios) que são secretados para o meio externo e estimulam uma resposta fisiológica ou comportamental em indivíduos da mesma espécie (SCHMIDT-NIELSEN, 2013).

O tempo de atividade de um hormônio sob uma célula é curto, para que o organismo seja capaz de responder aos estímulos, após finalizar sua ação o hormônio é degradado, por

enzimas especializadas, em metabólitos inativos que são excretados pela bile ou na urina. Um único hormônio pode atuar em diversas células, entretanto, os efeitos podem variar de acordo com o tipo de tecido ou estágio do desenvolvimento do organismo, ainda há a possibilidade de um hormônio não ter efeito com alguns tipos celulares, tudo depende da ligação do hormônio com os receptores da célula-alvo (SCHMIDT-NIELSEN, 2013; SILVERTHORN, 2017).

Essas substâncias químicas são subdivididas em três grupos: hormônios peptídicos; hormônios derivados de aminoácidos; hormônios esteróides. A maioria dos hormônios do último grupo são produzidos no córtex da glândula suprarrenal e nas gônadas, por terem uma natureza lipofílica são transportados facilmente pela membrana plasmática e por isso não são estocados nas células, ao invés disso, são sintetizados sob demanda e são liberados pela célula. Para evitar que o hormônio esteróide seja degradado antes de exercer sua função, proteínas carreadoras o protegem enquanto viaja pelo sangue, mas quando o hormônio penetra a célula, a proteína carreadora fica para trás, e ao chegar à célula-alvo o hormônio esteróide se encaminha para os receptores no núcleo, onde liga-se ao DNA ativando ou desativando genes, resultando na síntese de proteínas específicas (SILVERTHORN, 2017).

As glândulas suprarrenais, localizadas acima dos rins, são responsáveis principalmente pela síntese de glicocorticóides como o cortisol, um dos hormônios responsáveis pela regulação do metabolismo de carboidratos. O cortisol está diretamente relacionado com a resposta fisiológica para a prevenção da hipoglicemia, a ação desse hormônio a longo prazo pode indicar que o organismo está em um estado constante de estresse fisiológico, pois o cortisol permite que o organismo consiga utilizar suas reservas energéticas para responder a ação de um agente estressor (SCHMIDT-NIELSEN, 2013; SILVERTHORN, 2017).

No funcionamento típico do organismo a insulina é o hormônio responsável por diminuir a glicemia, enquanto o glucagon faz o oposto, aumentando a glicemia a partir de moléculas de glicogênio. A dinâmica entre esses hormônios garante a homeostase da glicose, também existem outros hormônios como o cortisol e a adrenalina que também influenciam o aumento da glicose no sangue. Na ausência do cortisol o glucagon é incapaz de responder de forma adequada a baixa quantidade de glicose no sangue em um episódio de hipoglicemia (SILVERTHORN, 2017).

Além da gliconeogênese, o cortisol também está associado a lipólise, ao metabolismo de proteínas do músculo esquelético, no equilíbrio do cálcio e nitrogênio, inibição do sistema imune, retardo no crescimento, e em grande quantidade influencia negativamente o bom funcionamento cerebral. A exposição prolongada ao cortisol gera um efeito imunossupressor que evita a liberação de citocinas e a produção de anticorpos pelos leucócitos, também inibe a

resposta inflamatória porque diminui a mobilidade dos leucócitos (SOUSA; SILVA; GALVÃO-COELHO, 2015; SILVERTHORN, 2017).

Freneau *et al.* (2017) realizaram um estudo acompanhando durante 15 meses a variação hormonal de *Podocnemis expansa* (Tartaruga-da-Amazônia) criados em cativeiro, observando hormônios relacionados à reprodução. Os autores citam que a reprodução desses animais é controlada por um complexo e delicado mecanismo endócrino, podendo sofrer influências negativas do ambiente em que os animais vivem, o que pode dificultar a reprodução dos quelônios. Os estudos da secreção de hormônios pelos organismos podem contribuir com a manutenção de populações, entendendo-se a fisiologia dos quelônios é possível gerar informações que permitirão avaliar melhor a saúde dos animais em ambientes antropizados.

4.4 Bioacumulação

Para que os seres vivos permaneçam em um estado de bem-estar e bom funcionamento do organismo, é preciso que haja quantidades precisas de elementos químicos em seus corpos. Os elementos-traço ocorrem na natureza em pequenas concentrações e alguns são essenciais para os seres vivos, mesmo em baixas quantidades. Elementos como o Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Mo e B são importantes para processos metabólicos dos organismos, como Fe e Cu que estão presentes na cadeia respiratória, já elementos como o Hg, Pb, Cd, Ag, Cr, Ni e Sn não tem função biológica conhecida e às vezes são considerados tóxicos para os seres vivos. Em grande quantidade qualquer elemento-traço pode ser tóxico a organismos vivos (ESTEVES, 2011).

As atividades industriais e agrícolas demandam cada vez mais por minerais diversificados para suas produções, conseqüentemente há uma maior concentração desses em determinadas regiões do planeta do que em outras, o que pode acarretar sérios problemas ambientais quando não há o manejo adequado dessas substâncias. Quando esses elementos chegam aos corpos d'água tendem a ser armazenados e conforme vão sendo acumulados podem atingir altos níveis de toxicidade, podendo afetar diretamente o ecossistema aquático (TUNDISI; TUNDISI, 2008; ESTEVES, 2011).

A bioconcentração é o processo de absorção de elementos-traço do ambiente pela respiração ou pela pele, geralmente em ambientes aquáticos, já a biomagnificação trata-se do acúmulo desses elementos conforme movem-se ao longo da cadeia alimentar. A soma desses, chamada de bioacumulação, processo pelo qual os elementos-traço são absorvidos pelos seres vivos e acumulados em seus tecidos, assim produtores tendem a ter menores concentrações de

elementos-traço do que consumidores de topo de cadeia. (VOUTSAS; MAGOULAS; TASSIOS, 2002; ESTEVES, 2011; RICKLEFS; RELYEA, 2016).

Na década de 1950 no Japão muitos moradores da região de Minamata começaram a apresentar anomalias no sistema nervoso e posteriormente essa doença, batizada de “mal de Minamata”, matou mais de 50 pessoas. A doença foi associada à contaminação dos peixes da baía de Minamata que eram consumidos pelos habitantes. Após esse evento muitos países criaram normas de controle sob a utilização e descarte de elementos-traço no meio ambiente (ALMEIDA, 2002; ESTEVES, 2011).

Descobriu-se que a empresa Chisso Corporation, fabricante de plásticos e perfumes, descartava compostos de mercúrio na baía de Minamata desde 1932, o que acabou contaminando a biota e posteriormente os pescadores da região, o despejo de mercúrio só foi interrompido em 1986 e estima-se que 27 toneladas de compostos de mercúrio foram despejadas nas águas da baía. Atualmente o dano ambiental é irreversível devido à alta concentração de elementos-traço em uma grande área (ALMEIDA, 2002).

Segundo Souza-Araujo, Giarrizzo e Lima (2015), em um estudo realizado no rio Xingu, foram encontrados altos níveis de mercúrio no fígado de *P. unifilis*. Os autores discutem a diferença na proporção da presença de mercúrio em diferentes tecidos, concluindo que devido aos hábitos alimentares variados desses animais eles estariam mais sujeitos a biomagnificação, por isso foram encontradas maiores concentrações de mercúrio nos tecidos do fígado do que nos demais, enquanto também apontam que a bioconcentração acontece, mas que os quelônios são capazes de eliminar o mercúrio de seus tecidos de maneira mais eficiente que peixes.

4.5 Quelônios como reservatórios de zoonoses

Algumas doenças de vertebrados conhecidas são causadas pela interação do vertebrado com um outro organismo ou uma associação de organismos, podendo ser causadas por vírus, bactérias, fungos, protozoários e parasitos unicelulares ou pluricelulares. O indivíduo que causa determinada doença é chamado de agente etiológico, em alguns casos para esse agente consiga entrar em contato o vertebrado, chamado de hospedeiro, é necessário que ele seja transportado por um veículo que pode ser artrópode ou molusco, esse indivíduo é chamado de vetor, então ao entrar em contato com o hospedeiro o agente etiológico pode se instalar e desenvolver a enfermidade (COURA, 2013; NEVES *et al.*, 2016).

Doenças que circulam naturalmente entre humanos e animais são denominadas zoonoses, essas doenças podem afetar durante o ciclo de desenvolvimento do agente etiológico,

tanto animais domésticos quanto selvagens, aqueles animais que estão mais próximos ao homem, animais sinantrópicos, tem maior chance de levar doenças para as populações humanas e vice-versa. Qualquer matéria orgânica, como tecidos animais e vegetais, que possa oferecer um ambiente propício para a sobrevivência e reprodução do agente é chamado de reservatório, em alguns casos o agente não é tão patogênico ao reservatório quanto a seus hospedeiros. O solo e formas inanimadas de matéria orgânica também podem ser reservatórios do agente etiológico. Os reservatórios são vitais para a manutenção dos agentes causadores de zoonoses (NEVES *et al.*, 2016).

É de suma importância para a saúde humana conhecer os hospedeiros e reservatórios das zoonoses para entender a ecologia de cada agente etiológico e os quelônios que podem ser reservatórios de algumas zoonoses (FORNAZARI; TEIXEIRA, 2009; MESQUITA *et al.*, 2021), por isso é importante acompanhar esses animais quando estão próximos a ambientes urbanos, pois a própria cidade pode ser responsável por infectá-los. Dessa forma será possível traçar ações que possam impedir o desenvolvimento das doenças, essas medidas são chamadas de profilaxias e visam prevenir, erradicar ou controlar as doenças que afetam os seres vivos (COURA, 2013; NEVES *et al.*, 2016).

Estudos que investigam a ocorrência de zoonoses em quelônios na região de Araguaína ainda são inexistentes. A falta de dados impossibilita conhecer o estado de saúde desses animais quanto a doenças de importância humana, dessa forma os quelônios podem atuar como reservatórios enquanto estão fora do campo de visão da saúde pública, podendo assim contribuir negativamente no controle de zoonoses na cidade.

4.5.1 Salmonelose

A Salmonelose é uma doença infectocontagiosa causada por bactérias do gênero *Salmonella* que podem infectar homens e animais, tanto domésticos como silvestres. Sua transmissão se dá por via oral-fecal e pode acontecer de forma direta, ao entrar em contato com indivíduos infectados ou de forma indireta, ao ingerir água ou alimento contaminados e ao entrar em contato com superfícies infectadas. Para esse grupo de bactérias hoje são reconhecidas duas espécies, *Salmonella bongori* e *Salmonella enterica*, subdivididas em subespécies e posteriormente em diversos sorotipos (FORNAZARI; TEIXEIRA, 2009; RIBEIRO; MEDEIROS, 2017).

As bactérias do gênero *Salmonella* ocorrem naturalmente no trato gastrointestinal de répteis e a diversidade de organismos está relacionada com os hábitos alimentares de cada

indivíduo. O desenvolvimento da infecção no animal assim como a duração da infecção podem variar de acordo com o sorotipo, quantidade de bactérias infectantes, resposta imune do indivíduo, idade etc., o réptil pode eliminar o agente infeccioso pelas fezes por longos períodos, mesmo após o fim dos sintomas (FORNAZARI; TEIXEIRA, 2009; SILVA, 2019).

O desenvolvimento da doença acontece quando há uma queda na imunidade do indivíduo e as bactérias migram do intestino para a corrente sanguínea onde podem atingir diversos tecidos. Os principais sintomas da Salmonelose em répteis são diarreia, anorexia e letargia, e em casos crônicos ainda podem ocorrer lesões em diversos tecidos que podem resultar em choque hipovolêmico e morte dos animais. Mesmo que estejam infectados, os répteis raramente apresentam sintomas, são os animais saudáveis os principais transmissores da Salmonelose, havendo a possibilidade de transmissão para o meio ambiente e para o homem. Apesar da Salmonelose raramente causar danos aos répteis, no contexto de quelônios o monitoramento da doença pode ajudar a indicar se as populações podem estar sofrendo com pressões causadoras de estresse ou não (FORNAZARI; TEIXEIRA, 2009; RIBEIRO; MEDEIROS, 2017).

Nem todos os sorotipos de *Salmonella* são considerados causadores de zoonoses por não terem o homem como hospedeiro principal, mas todos devem ser considerados potencialmente patogênicos. Os principais sintomas em humanos são dor abdominal, cólica, náusea, diarreia, vômito e febre, que em indivíduos que não pertencem ao grupo de risco são mais leves ou nem mesmo chegam a ocorrer, o que leva a maioria dos casos de infecção por Salmonelose a não serem reportados, e quando há o atendimento médico ainda podem ser mal diagnosticados (SHINOHARA *et al.*, 2008; FORNAZARI; TEIXEIRA, 2009).

A ocorrência de surtos de Salmonelose não pode ser tolerada em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. O controle da doença ajuda evitar o maior sobrecarregamento do sistema de saúde, além do comprometimento sanitário na produção de carne (SHINOHARA *et al.*, 2008).

Os tratamentos existentes para répteis consistem na administração de drogas antimicrobianas, na forma ativa da infecção, porém existem sorotipos bastante resistentes às drogas, em casos em que as bactérias desenvolvem resistência o tratamento deve ser feito com antibióticos e quimioterápicos precedido pela realização de um antibiograma visando evitar o desenvolvimento de resistência por parte das bactérias (FORNAZARI; TEIXEIRA, 2009).

Silva (2019), em estudo realizado com fezes de *Kinosternon scorpioides* selvagens na Ilha do Marajó – PA, detectou a presença de DNA de *Leptospira* spp. em 10% de suas amostras.

Entretanto, a autora ainda destaca a existência do risco de infecção de humanos pelo consumo de quelônios infectados ou criação como animais de estimação.

4.5.2 Leptospirose

O agente causador da Leptospirose são bactérias do gênero *Leptospira*, esse patógeno pode infectar humanos e diferentes tipos de animais, em alguns casos os portadores nem mesmo chegam a apresentar sintomas. Os roedores são os principais reservatórios da doença, mas outras espécies de animais domésticos e selvagens podem exercer esse papel e transmitir a doença para humanos (MESQUITA, 2019).

A transmissão acontece tanto de forma direta, ao contato com urina e tecidos contaminados, quanto de forma indireta, ao ingerir água ou alimento contaminados e ao entrar em contato com superfícies infectadas. O surgimento dos sintomas varia para cada organismo e para cada sorotipo de *Leptospira*, alguns indivíduos podem apresentar diarreia, anorexia, mialgia, icterícia, problemas reprodutivos e poliúria, ainda podem desenvolver insuficiência renal e hepática, em répteis os sintomas ainda são pouco conhecidos, mas os mesmos ainda podem ser considerados reservatórios da doença na natureza, pois as bactérias da Leptospirose estão bem adaptadas aos ambientes aquáticos (MESQUITA, 2019; MESQUITA *et al*, 2021).

A *Leptospira* spp. pode sobreviver por semanas ou até meses em corpos d'água, ambientes úmidos ou lamaçais em uma faixa de temperatura entre 7°C e 37°C, mas são muito sensíveis a variações no pH abaixo de 6 e acima de 11, radiação solar direta e dessecação (ALVES JÚNIOR, 2013).

No estudo realizado por Mesquita (2019) no Jardim Botânico da Amazônia, no município de Belém – PA, com diversas espécies de quelônios criados em cativeiro, incluindo *P. unifilis*, não foi observada *Leptospira* spp no sangue desses animais, a autora levanta a hipótese de que talvez o sangue não seja o material ideal na busca por DNA dessas bactérias em quelônios. É importante destacar que a possibilidade de infecção em quelônios ainda existe, além disso são necessários mais estudos para entender quais danos essas bactérias podem causar nesses animais e como isso pode afetar as populações de quelônios próximas a ambientes urbanos.

4.6 Biologia da conservação

A existência de comunidades biológicas, que levaram milhões de anos para se desenvolverem, vem sendo ameaçada pelas ações humanas. O homem foi capaz de realizar transformações tão drásticas no meio ambiente que afetou os ciclos naturais, e como consequência inúmeras espécies estão sofrendo uma diminuição na quantidade de indivíduos em suas populações de uma forma muito acelerada. Algumas espécies não foram capazes de resistir a essas mudanças e acabaram sendo extintas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Acredita-se que a fragmentação de habitat, mudanças climáticas, poluição, exploração exagerada de recursos naturais e presença de espécies invasoras influenciam negativamente na biodiversidade, acelerando a taxa de extinção das espécies em níveis superiores ao que se observa no registro fóssil ao redor do planeta. Apesar da extinção ser um evento que demora décadas ou séculos para acontecer é preciso estar atento em como as atividades humanas reduzem as populações, limitam seus habitats e restringem suas migrações (SOUSA, 2018).

A Biologia da Conservação é uma área do conhecimento científico que busca salvar as espécies da extinção, usando conhecimentos da Biologia Populacional, Taxonomia, Ecologia e Genética, além de recrutar conhecimentos de fora das ciências biológicas, como a Legislação e Política Ambiental, buscando acima de tudo preservar as comunidades biológicas a longo prazo e deixa fatores econômicos em segundo plano. Ela visa proteger a existência de interações interespecíficas que formam complexas redes entre animais, vegetais e outros organismos que contribuem com o bom funcionamento de ecossistemas, dessa forma também protegendo a disponibilidade de serviços ecossistêmicos (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; SILVA, 2018).

A biologia de conservação tem dois objetivos: primeiro, entender os efeitos da atividade humana nas espécies, comunidades e ecossistemas, e, segundo, desenvolver abordagens práticas para prevenir a extinção de espécies e, se possível, reintegrar as espécies ameaçadas ao seu ecossistema funcional (PRIMACK; RODRIGUES, 2001, p. 5).

Nos últimos anos a questão ambiental tem ganhado força, cada vez mais o homem percebe a delicada relação do desenvolvimento econômico e o meio ambiente. O equilíbrio do mundo natural, de onde vem todos os recursos necessários para o progresso, está diretamente relacionado com a forma e velocidade em que os recursos são explorados, as atividades econômicas são indissociáveis dos ecossistemas (BARROS, 2018).

A conservação da natureza é uma atividade muito importante, ela é o grande reservatório de recursos naturais que podem ser úteis para a sociedade humana, Pimentel *et al.* (2015)

apontam que a natureza guarda importantes moléculas que podem ser usadas na produção de medicamentos no futuro. O homem e o meio ambiente são indissociáveis, por isso é necessário planejar formas mais eficientes de exploração recursos e de desenvolvimento que respeitem os limites da biodiversidade.

Atualmente a Biologia da Conservação fundamenta-se em vários pressupostos básicos que representam um conjunto de asserções éticas e ideológicas que refletem em abordagens científicas e aplicações práticas. As cinco principais asserções da Biologia da Conservação são de que: a diversidade de organismos é positiva; a extinção prematura de populações e espécies é negativa; a complexidade ecológica é positiva; a evolução é positiva; e a diversidade biológica tem valor em si (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A extinção de espécies por processos naturais é um evento normal, a natureza estabelece o equilíbrio pela evolução de novas espécies que podem ocupar os locais antes habitados pelas espécies extintas, a evolução é responsável pelo surgimento de novas espécies que garantem a diversidade biológica e genética. O homem aprecia a diversidade biológica, mas independentemente disso as espécies têm valor próprio, pois desempenham funções ecológicas que beneficiando a sociedade humana ou não, são importantes para o meio ambiente (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; SOUSA, 2018).

4.6.1 Conservação e manejo de quelônios

Historicamente os quelônios foram um importante recurso natural para o homem, provendo carne e ovos, além de subprodutos como manteiga, óleos e gordura. Acima dos benefícios ao homem, esses indivíduos possuem um papel importante na natureza podendo participar de teias alimentares muito complexas (KLOSOVSKI, 2003).

Os quelônios são animais bastante sensíveis às pressões antrópicas, segundo o levantamento do estado de conservação da biodiversidade feito pela União Internacional para a Conservação da Natureza, os indivíduos da espécie *P. unifilis* estão classificados na categoria Vulnerável (IUCN, 2016), já em solo brasileiro, a lista do ICMBio não classifica essa espécie como ameaçada de extinção na última lista divulgada por meio da portaria nº 148/2022 do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2022).

Todas as tartarugas sofrem com o comércio ilegal de animais, principalmente as espécies mais atrativas como o Tigre-D'água (*Trachemys dorbigni*), também estão vulneráveis a alterações drásticas nos ambientes de desova, além de sofrerem com a caça ilegal e coleta de seus ovos, mas um dos principais problemas que esses animais enfrentam é a poluição de seus

habitats que interfere diretamente em seu ciclo de vida (KLOSOVSKI, 2003; VALADÃO, 2019).

No Brasil existem vários projetos que visam proteger os quelônios, em sua grande maioria são pequenos projetos regionais, os dois únicos projetos em escala nacional são a Fundação Projeto Tartarugas Marinhas (TAMAR), entidade privada sem fins lucrativos que trabalha com a proteção de tartarugas marinhas na costa brasileira, e o Centro Nacional Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN), vinculado ao ICMBio, que visa a conservação da herpetofauna e apoia atividades sustentáveis de manejo. Ambos monitoram e protegem a reprodução dos quelônios e realizam atividades de educação ambiental. O RAN trabalha também com atividades de criação de quelônios em cativeiro para abate e comercialização de forma regulamentada, já o TAMAR trabalha apenas com a proteção das espécies de tartarugas marinhas (KLOSOVSKI, 2003; ICMBIO, 2022; TAMAR; 2022).

Um dos principais trabalhos do RAN é o Projeto Quelônios da Amazônia (PQA) que há 23 anos vem atuando na conservação de espécies da bacia Amazônica e Araguaia-Tocantins sempre promovendo pesquisas que possam ajudar na elaboração de novas propostas para um melhor conhecimento da biologia das populações de quelônios de água doce, onde destacam-se as atividades de manejo realizadas com a Tartaruga-da-Amazônia e o Tracajá. Infelizmente o RAN não conta com o mesmo grande apelo social que o TAMAR, o que dificulta o desenvolvimento de suas atividades (KLOSOVSKI, 2003).

As atividades de conservação envolvem as comunidades locais e visam não apenas a manutenção da espécie, mas também o uso sustentável desse recurso natural para fins de geração de renda. O treinamento comunitário é feito por meio de discussões junto à comunidade para planejar ações e recomendações de uso do recurso discutindo a viabilidade da implementação de um programa de proteção. Os membros da comunidade que realizam a limpeza e vigilância das praias, manejo dos ovos e trabalham informando e conscientizando os demais membros da comunidade são chamados de Agentes Ambientais Voluntários, eles são credenciados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis ou Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e não possuem vínculo empregatício (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

A educação ambiental dentro das escolas é indispensável, por meio dela é possível atingir um público maior de faixas etárias e sociais. A educação é a ferramenta que permite responder aos desafios de um mundo globalizado, a construção de valores ajuda na formação de um cidadão conscientes do seu papel na sociedade e no meio ambiente. O processo de conscientização deve ser constante, mesmo que o período reprodutivo aconteça em uma curta

janela de tempo dentro do ano, é importante sempre promover a proteção do habitat desses quelônios para garantir a disponibilidade do recurso a longo prazo (OLIVEIRA *et al.*, 2016; MAESTRI, 2018).

Não há leis específicas para a conservação de quelônios no Brasil, essa atividade apoia-se Lei nº 5.197, de 3/1/1967 (BRASIL, 1967), que proíbe a utilização, perseguição, destruição, caça e apanha de espécimes da fauna silvestre brasileira; na Lei nº 9.605, de 12/2/1998 (BRASIL, 1998), que proíbe que espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rotas migratórias, sejam mortos, caçados, apanhados ou utilizados sem a devida permissão, sob pena de multa e detenção; e no Decreto nº 6.514, de 22/7/2008 (BRASIL, 2008), que também proíbe as atividades descritas anteriormente e garante multas a essas infrações, além da apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora e produtos e subprodutos objeto da infração, e também instrumentos, equipamentos ou veículos de qualquer natureza utilizados na infração.

Entretanto, vale destacar que a Constituição Federal permite que animais silvestres sejam abatidos em situações de extrema necessidade, como para saciar a fome (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

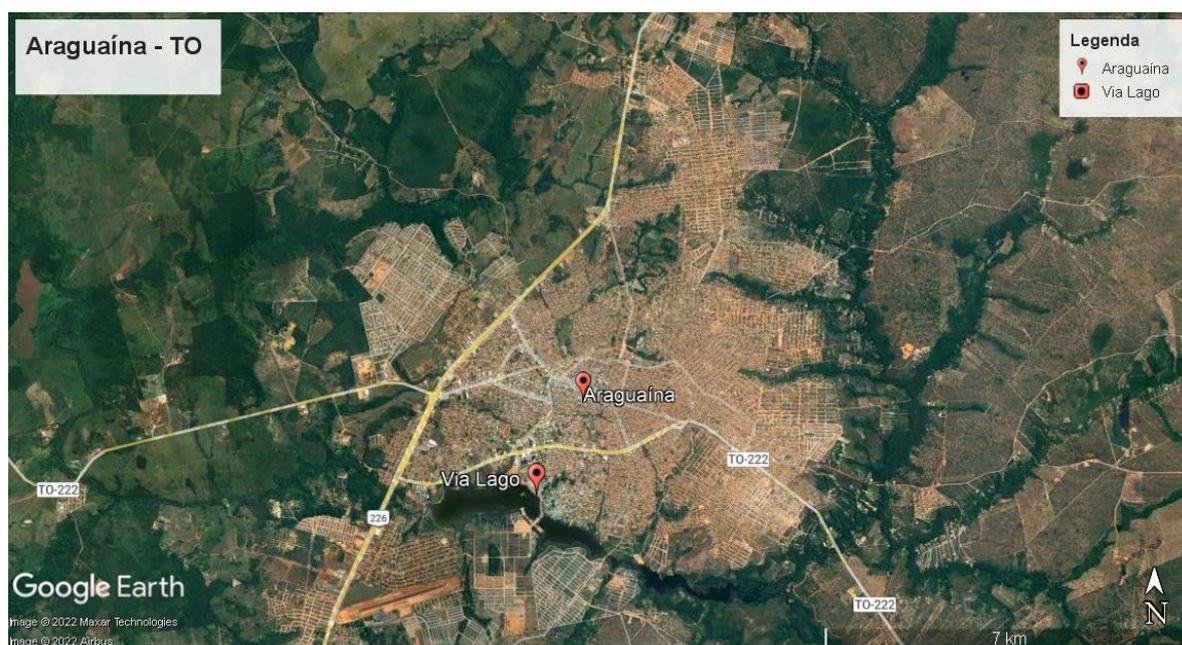
Sousa (2020) fala sobre a importância da legislação ambiental como forma de minimizar os impactos das ações humanas no meio ambiente. Entretanto, o autor destaca que em certos períodos da história do país foi observado que a legislação tendeu a favorecer grupos que visavam o aspecto econômico e não estavam interessados na questão ambiental. Catástrofes como a de Mariana – MG devem servir de exemplo sobre como a fiscalização ambiental é falha, dessa forma é preciso haver a intensificação na fiscalização ambiental para fazer com que as leis sejam cumpridas, não somente no contexto da conservação de quelônios, mas de toda a biodiversidade brasileira.

5 DISCUSSÃO

5.1 Impactos no rio Lontra e ameaça aos quelônios

Quando a região de Araguaína ainda era ocupada somente por povos indígenas, o rio Lontra já era um importante recurso natural para a população humana, provendo água, alimento e um meio para locomoção, além de alguns outros serviços ecossistêmicos. Com o passar dos anos e com a intensificação do processo de urbanização, Araguaína tornou-se um grande centro urbano que se desenvolveu de forma não planejada, diferente da realidade da capital do estado. No último levantamento feito pelo IBGE (2017), referente a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, foi averiguado que o número de unidades que possuem esgotamento sanitário é quatro vezes menor que o número de unidades que recebem abastecimento de água.

Figura 7 – Cidade de Araguaína – TO



Fonte: Google Earth

A deficiência no saneamento básico é um dos fatores que influenciam na poluição de ecossistemas aquáticos. Atualmente o rio Lontra sofre com descargas de efluentes em condições não apropriadas de tratamento vindas não somente das indústrias, mas também das residências de moradores da cidade, o que acaba alterando as características físicas, químicas e biológicas do ambiente aquático. Mesmo que em alguns casos haja o tratamento, já foi observada a

alteração dos parâmetros da água do rio próximo a pontos de descarga de efluentes (SEPLAN, 2002), o que confirma os impactos da ação humana.

A Via Lago é um espaço de lazer da população da cidade que a utiliza para passeios, caminhadas e corridas no fim da tarde, além de atividades com fins comerciais. O espaço foi inaugurado em 2017 com o intuito de torna-se um novo cartão postal para a cidade, mas o que se observa atualmente não corresponde ao que foi proposto. Desde sua inauguração não foi observado o desenvolvimento de muitas atividades que contribuíssem com o bem-estar ambiental.

Figura 8 – Via Lago, Araguaína – TO



Fonte: Google Earth

A falta de um planejamento alinhado com o desenvolvimento sustentável tornou esse espaço um lugar muito quente durante o dia, principalmente pela ausência de árvores grandes o suficiente para gerar uma sombra agradável aos visitantes, também, porque em boa parte das margens não existem mais bancos de areia, na verdade tudo está coberto por cimento para evitar o assoreamento das margens e possíveis danos ao asfalto, serviço oferecido pela mata removida para a construção. A soma desses fatores contribui para uma maior percepção de calor.

A mata ciliar removida do local onde hoje é o calçadão não foi compensada pelo plantio de novas árvores. A iniciativa de introdução de mudas só aconteceu alguns anos depois de sua inauguração. Os relatos de furto de mudas de árvores refletem o desinteresse e descaso da

população pela questão do bem-estar público, a presença das árvores nos ambientes urbanos é importante não apenas pela sombra, mas também por inúmeros outros serviços ecossistêmicos que podem oferecer.

A existência da Via Lago parece ignorar o ambiente natural, pois não valoriza sua real importância como habitat de uma complexa comunidade de espécies de vertebrados, invertebrados e microrganismos. No local habitam quelônios da espécie *P. unifilis* que são os vertebrados mais facilmente avistados, principalmente à noite nadando às margens próximo ao calçadão, mas não são os únicos animais que constituem a comunidade biológica, também podem ser encontrados peixes, aves e capivaras.

Sem pressões antrópicas as espécies são extintas naturalmente, mas novas espécies evoluem para a manutenção do equilíbrio na natureza, entretanto, a influência humana no meio ambiente acelera o processo de extinção de espécies, não dando tempo para que novas espécies evoluam e ocupem seus nichos ecológicos. A vida na Terra e todos os seus aspectos estão relacionados ao código genético, a perda de diversidade genética é definitiva, pois dificilmente a evolução produzirá novamente uma sequência de DNA que foi perdida. Por isso é importante trazer a atenção da população para a conservação dos quelônios da Via Lago.

Muito se discute sobre os efeitos negativos da degradação de ambientes naturais pela poluição por meio do esgoto e do lixo. Em ambientes aquáticos o transporte por membranas tende a ser mais acelerado do que em ambientes secos, logo os animais aquáticos estão mais vulneráveis aos efeitos da poluição do que animais terrestres. A poluição pode afetar diretamente e indiretamente os seres vivos. A quebra da homeostase pode levar os organismos vivos a desenvolverem a Síndrome da Adaptação Geral. Em grandes escalas esse processo pode desequilibrar todo um ecossistema.

A morte de indivíduos específicos dentro de uma comunidade é preocupante, uma vez que, dentro de um ecossistema todos os organismos estão interligados, a perda de alguns elos das teias alimentares influencia na sobrevivência de outras espécies. Os quelônios podem desempenhar importantes papéis em diversas teias alimentares, podendo ser predadores e presas, por serem animais oportunistas podem contribuir com a ciclagem de nutrientes do ambiente, podendo se alimentar daquilo que nem todas as outras espécies estão dispostas a consumir, como a carne de animais mortos.

O desequilíbrio de origem antrópica na ciclagem de nutrientes altera as características físicas e químicas da água de maneiras que nem todos os organismos vivos conseguem suportar. Segundo Esteves (2011) o enriquecimento de matéria orgânica dentro do ambiente aquático resulta no aumento na quantidade de algas próximas a lâmina d'água, o que muda a coloração

da água e impede que a luz penetre, assim impossibilitando outros indivíduos fotossintetizantes de produzirem oxigênio pela fotossíntese, logo o aumento não natural da disponibilidade de matéria orgânica resulta numa diminuição expressiva na concentração de oxigênio na água, o que afeta toda a comunidade aquática aeróbia.

A poluição ainda pode acarretar o despejo de quantidades massivas de elementos-traço nos ambientes aquáticos. Se sabe que em grandes quantidades esses elementos não podem ser metabolizados e podem resultar em danos ao organismo dos seres vivos. Caso haja despejo de soluções com traços de mercúrio no rio Lontra, toda sua biota estará sujeita a bioacumulação desse elemento químico, e conseqüentemente isso pode tornar-se um problema para a saúde pública, a poluição com elementos-traço pode trazer a realidade de Minamata para Araguaína.

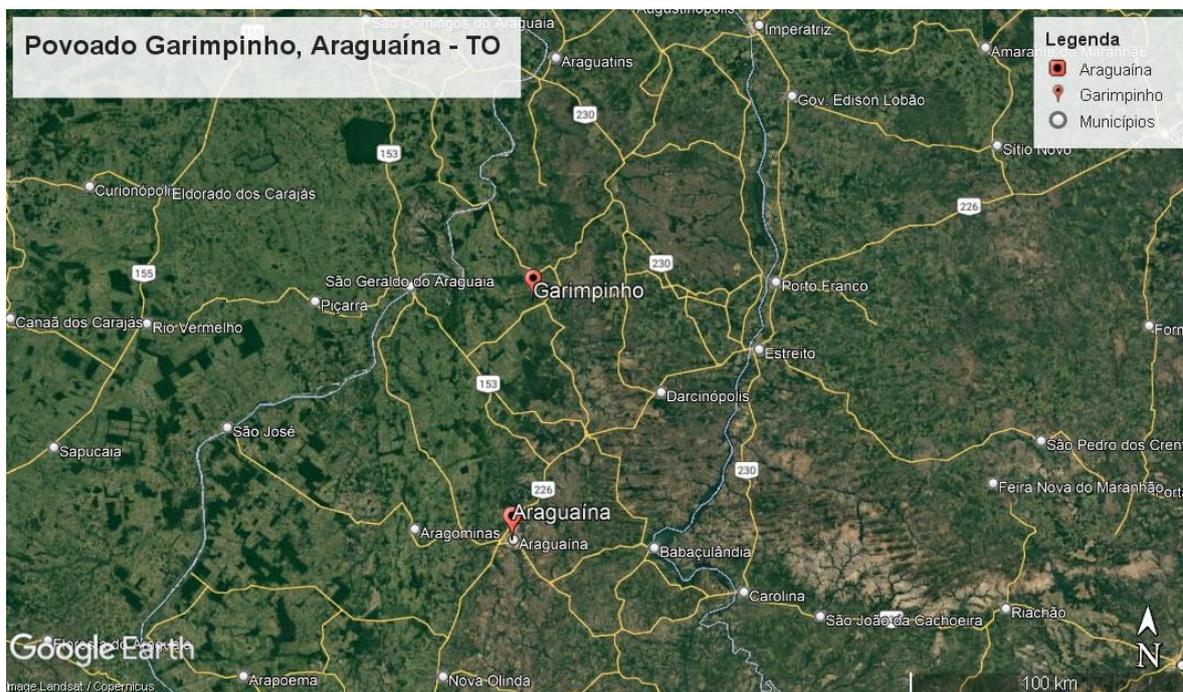
Com a alteração de padrões e perda de áreas naturais, pode tornar-se mais comum a circulação de zoonoses na cidade, um bom exemplo é a Salmonelose, doença que pode causar em humanos dores abdominais, náusea, vômito etc. Quelônios são reservatórios naturais das bactérias do gênero *Salmonella*, mas só tendem a liberá-las no meio ambiente quando estão em situação de estresse. Da mesma forma os quelônios também podem atuar como reservatórios da Leptospirose, doença que pode causar diarreia, problemas reprodutivos, insuficiência renal e hepática etc., apesar de precisarem ser infectados antes por outra fonte, o ambiente aquático favorece a disseminação das bactérias e abre a possibilidade da infecção em quelônios.

A natureza funciona de maneira cíclica, todos os seres vivos estão conectados de maneira direta ou indireta, as ações humanas perturbam o funcionamento natural das coisas, e isso acaba voltando para o homem de uma forma inesperada. A saúde ambiental é muito importante para a manutenção da saúde pública, as medidas de profilaxia que combatem as doenças em humanos também podem ser colocadas em prática nesse contexto para evitar que os quelônios atuem como fonte de infecção.

5.2 Conservação de quelônios em Araguaína

No ano de 2020 o Projeto Quelônios de Araguaína realizou uma ação de monitoramento e manejo de tartarugas no povoado Garimpinho do município de Araguaína, que fica às margens do rio Araguaia. Segundo Araguaína (2020) a prefeitura do município também faz ações de fiscalização e de educação ambiental na região do povoado todos os anos durante o período reprodutivo dos quelônios.

Figura 9 – Povoado de Garimpinho, município de Araguaína - TO



Fonte: Google Earth

O desenvolvimento de ações como essas não extingue a necessidade da realização da conservação dos quelônios da Via Lago. É importante ressaltar que a conservação não está apenas no monitoramento de ovos e filhotes, mas também na qualidade do ambiente em que esses animais estão inseridos, por isso faz-se importante a conservação do próprio rio Lontra. O mesmo projeto que atua em Garimpinho pode ser colocado em prática na própria cidade de Araguaína, buscando oferecer melhores condições de vida aos quelônios da Via Lago, também por meio da conservação do próprio corpo d'água, o que conseqüentemente acabaria afetando positivamente na vida de toda a comunidade aquática.

5.3 Alternativas na conservação de quelônios em Araguaína

Os serviços ecossistêmicos que o rio Lontra oferece hoje estão ameaçados pela degradação do ambiente aquático e espaços adjacentes. Se não forem colocadas em prática as devidas ações, pelo poder público, para a conservação desse recurso, no futuro o custo para a recuperação de um corpo d'água tão extenso quanto o Lontra pode ser alto demais, a ponto de desencorajar o investimento.

Segundo Opoku (2019) a indústria da construção é uma das atividades econômicas menos sustentáveis realizadas pelo homem, sendo responsável por consumir grande parcela dos recursos não renováveis. A construção civil também impacta negativamente a biodiversidade, afetando principalmente a capacidade do meio ambiente de dar suporte à vida além de contribuir com o aquecimento global. Nos projetos de construção de ambientes urbanos pouco se pensa na integração da biodiversidade com a infraestrutura urbana como forma de desenvolvimento sustentável, mas sabe-se que além da conservação de espécies os espaços verdes podem contribuir positivamente com o bem-estar mental e físico da população.

Os espaços urbanos podem ser uma ferramenta importante na conservação de espécies, no manejo da biodiversidade, por meio da reconciliação ecológica e criação de habitats; na restauração dos ecossistemas, por meio da revegetação e design ecológico; na redução da fragmentação de habitats, por meio de construções mais verdes e corredores ecológicos; e na conservação de ecossistemas, por meio do aumento de áreas de proteção, criação de cinturões verdes e limitação de áreas específicas para construção.

Em Araguaína, os espaços urbanos precisam ser repensados para seguirem melhor as propostas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável presentes na Agenda 2030 (ONU, 2022), principalmente em áreas como a Via Lago, que ainda passará por muitas mudanças nos próximos anos devido à valorização econômica do local, o que abre a possibilidade para uma transformação necessária no espaço que melhore a qualidade do habitat dos quelônios.

A conservação de quelônios dentro da zona urbana de Araguaína não precisa extrapolar os valores de orçamento, essas ideias podem ser introduzidas nos projetos de infraestrutura urbana como forma de minimizar os impactos das atividades humanas no rio Lontra, além de ser uma iniciativa que pode oferecer benefícios universais.

São necessárias ações do poder público articuladas com as instituições de pesquisa científica e a população para traçar formas de fazer um desenvolvimento econômico mais alinhado com as questões ambientais. O desenvolvimento sustentável garante às populações humanas que seus futuros descendentes também possam usufruir dos recursos naturais disponíveis hoje. É preciso desenvolver na Via Lago ações que contribuam com o bem-estar ambiental e civil, mas para que isso aconteça é preciso que os governantes entendam a importância dos quelônios da Via Lago e do rio Lontra para a cidade de Araguaína.

Atividades voltadas para a educação ambiental são essenciais para garantir que a população entenda a razão pela qual a conservação de espécies é importante (OLIVEIRA *et al.*, 2016; MAESTRI, 2018), trabalhar diretamente com as pessoas apresentando a ecologia do rio e indicando como a poluição afeta negativamente toda uma cadeia de seres vivos pode ser o

pontapé inicial para que medidas mais intensas sejam tomadas. Na maioria dos casos, os cidadãos não sabem quais são seus direitos e quais são os deveres do poder público, por isso acabam não mobilizando-se para solucionar o problema da degradação de habitat dos quelônios de Araguaína.

A educação ambiental dentro das escolas também é importante, pois trabalhar ativamente na formação de cidadãos conscientes pode garantir a construção de uma sociedade mais sincronizada com as questões ambientais do que a que existe hoje. Entender a importância dos quelônios dentro do ecossistema do rio Lontra (SOUZA, 2004; FERRARA *et al.*, 2016; VALADÃO, 2019) pode ajudar a gerar o descontentamento da população em relação a degradação do rio, que precede a mudança na forma como o Lontra é utilizado pela cidade.

É preciso mudar o paradigma de uso do recurso hídrico de Araguaína, deve-se pôr em prática atividades que incentivem a participação da comunidade na conservação do habitat dos quelônios. O descarte indevido de lixo deve ser interrompido e constantemente fiscalizado, da mesma forma como o descarte de efluentes, fazendo valer a legislação de proteção da fauna silvestre (BRASIL, 1967; BRASIL, 1998; BRASIL, 2008), para evitar que os quelônios de Araguaína morram por causa de ações humanas.

Dessa forma será possível conservar não somente a população de quelônios, que pode ser eleita como espécie bandeira, mas também toda a comunidade biológica do Lontra, evitando a perda da biodiversidade de Araguaína e garantindo que os ciclos naturais, de matéria e energia (SOUZA, 2004; FERRARA *et al.*, 2016), aconteçam como deveriam, mantendo a oferta de serviços ecossistêmicos constante, assim contribuindo com o bem-estar da população de quelônios e humanos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notável que a conservação dos quelônios da Via Lago é uma atividade importante por si só para garantir a existência dessa população, mas também pelas relações interespecíficas que esses animais podem fazer em complexas teias alimentares, além dos benefícios indiretos para a população da cidade. Garantir a qualidade do habitat desses indivíduos contribui positivamente não apenas com a conservação da população de *P. unifilis*, mas também com a conservação de toda a comunidade biológica do rio, além de também contribuir com a saúde humana como medida profilática contra a circulação de zoonoses na cidade, como a Salmonelose.

Como qualquer outra forma de vida, o homem também está relacionado ao meio ambiente, a conservação das áreas naturais é uma atividade importante para impedir a extinção prematura de espécies e garantir o bem-estar da própria espécie humana. Cabe ao homem identificar a magnitude dos impactos de suas atividades no meio ambiente e buscar formas alternativas de desenvolvimento que sejam mais sustentáveis, buscando reverter os danos causados na medida do possível e evitando futuros danos ao meio ambiente. A idealização de espaços urbanos mais verdes com construções que impactam menos o meio ambiente e que abraçam a biodiversidade como parte importante do cenário urbano são bastante positivas na conservação de quelônios e na prática da sustentabilidade.

Por meio do conhecimento científico aliado com a educação e legislação ambientais é possível desenvolver, em Araguaína, atividades que possam respeitar a biodiversidade da região, proporcionando aos quelônios da Via Lago melhores condições de vida enquanto se promove o desenvolvimento humano, assim garantindo a disponibilidade de recursos naturais e serviços ecossistêmicos para hoje e amanhã.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, A. A.; BALAZS, G. H.; SPRAKER, T. R.; GROSS, T. S. **Adrenal and Hematological Responses to Stress in Juvenile Green Turtles (*Chelonia mydas*) with and without Fibropapillomas**. *Physiological Zoology*. Vol. 68, nº 5, 1995.
- ALMEIDA, F. **O Bom Negócio da Sustentabilidade**. Rio de Janeiro - RJ. Nova Fronteira, 2002.
- ALMEIDA, F. V. **Aprendizagem Histórica Ambiental: A Relação entre História Local e o Território Ambiental do Rio Lontra como Estratégia de Ensino de História no Colégio Estadual Rui Barbosa – Araguaína**. 2020. 142 f. Dissertação (Mestrado) em Pós-Graduação Profissional de Ensino de História, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, 2020.
- ALVES JÚNIOR, J. R. F. 2013. 89 f. **Leptospira spp. e Brucella spp. em tartarugas-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) do vale do rio Araguaia – GO**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP, 2013.
- ARAGUAÍNA. Prefeitura Municipal de Araguaína. **História**. Araguaína - TO, 2022. Disponível em: <https://www.araguaina.to.gov.br/portal/paginas.php?p=turismo>. Acesso em: 11 out. 2022.
- ARAGUAÍNA. Prefeitura Municipal de Araguaína. **Tartarugas do Garimpinho terão proteção do Meio Ambiente de Araguaína**. Araguaína - TO, 2020. Disponível em: <https://araguaina.to.gov.br/portal/paginas.php?p=not¬=noticias&id=3838>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- BARROS, P. C. **Uma economia sustentável é possível?**. In: Reflexões em Biologia da Conservação. Volume 1. Mário Augusto Gonçalves Jardim, Marlúcia Bonifácio Martins, Organizadores. Belém - PA. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2018.
- BOFF, S. R.; OLIVEIRA, A. G. **Aspectos Fisiológicos do Estresse: Uma Revisão Narrativa**. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 17, e82101723561, 2021.
- BRASIL. **Decreto Nº 6.514 de 22 de Julho de 2008**. Dispõe sobre as Infrações e Sanções Administrativas ao Meio Ambiente, Estabelece o Processo Administrativo Federal para Apuração destas Infrações, e dá outras Providências. Diário Oficial da União: pág. nº 1, 23 de Julho de 2008. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em 28 de dez. de 2022.
- BRASIL. **Lei Nº 5.197, de 3 de Janeiro de 1967**. Dispõe sobre a Proteção da Fauna e dá outras providências. Diário Oficial da União: pág. nº 177, 05 de Janeiro de 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15197.htm. Acesso em 28 de dez. de 2022.
- BRASIL. **Lei Nº 9.605 de 12 de Fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as Sanções Penais e Administrativas Derivadas de Condutas e Atividades Lesivas ao Meio Ambiente, e dá outras Providências. Diário Oficial da União: pág. nº 1, 13 de Fevereiro de 1998. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em 28 de dez. de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção**. Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf. Acesso em 10 em nov. 2022.

CARVALHO, C. M. **Acessos cirúrgicos à cavidade celomática em quelônios**. 2013. 29 f. Dissertação (Mestrado) em Medicina Veterinária, Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília - DF, 2013.

CASARIN, S. T.; PORTO, A. R.; GABATZ, R. I. B.; BONOW, C. A.; RIBEIRO, J. P.; MOTA, M. S. **Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health**. Journal of Nursing and Health. Vol. 10, nº 5, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/enfermagem/article/view/19924/11996>. Acesso em 07 de dez. de 2022.

COURA, J. R. **Dinâmica das doenças infecciosas e parasitárias**. 2ª ed. Rio de Janeiro - RJ. Guanabara Koogan, 2013.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro - RJ. Interciência, 2011.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **RAVEN: Biologia Vegetal** - 8º ed. Rio de Janeiro - RJ. Guanabara Koogan, 2014.

FERRARA, C. R.; BERNARDES, V. C. D.; WALDEZ, F.; VOGT, R. C.; BERNHARD, R. BALESTRA, R. A. M.; BATAUS, Y. S. L.; CAMPOS, J. V. **História natural e biologia dos quelônios amazônicos**. In: Manejo Conservacionista e Monitoramento Populacional de Quelônios Amazônicos. Rafael Antônio Machado Balestra, Organizador. Brasília - DF. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2016.

FERREIRA JUNIOR, P. D. **Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas**. Acta Amazonica. Vol. 39, 2009.

FERRONATO, B. O.; GENOY-PUERTO, A.; PINÃ, C. I.; SOUZA, F. L.; VERDADE, L. M.; MATUSHIMA, E. R. **Notes on the hematology of free-living Phrynops geoffroanus (Testudines: Chelidae) in polluted rivers of Southeastern Brazil**. Zoologia. Vol. 26, nº 4, 2009.

FORNAZARI, F.; TEIXEIRA, C. R. **Salmonelose em Répteis: Aspectos Epidemiológicos, Clínicos e Zoonóticos**. Veterinária e Zootecnia. Vol. 16, nº 1, 2009.

FRENEAU, G. E.; SÁ, V. A.; FRANCI, C. R.; VIEIRA, D. FRENEAU, B. N. **Gonadotrophic, prolactin, corticosterone, and gonadal hormones levels over 15 months in Giant Amazon River Turtles - Podocnemis expansa (Schweigger, 1812) (Testudines: Podocnemididae), in captive conditions**. Brazilian Journal of Biology. Vol. 77, nº 2, 2017.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; KEEN, S. L.; EISENHOUR, D. J.; LARSON, A.; I'ANSON, H. **Princípios integrados de Zoologia** - 16ª ed. Rio de Janeiro - RJ. Guanabara Koogan, 2016.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Répteis e Anfíbios (RAN). **Nossa História**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/ran/quem-somos/nossa-historia.html>. Acesso em 28 de nov de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Araguaína Panorama**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/araguaina/panorama>. Acesso em: 31 de out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/araguaina/pesquisa/30/84366>. Acesso em: 21 de nov. de 2022.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. **IUCN Red List, 2016**. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/17825/97397562#bibliography>. Acesso em 10 em nov. 2022.

KARDONG, K. V. **Vertebrados: anatomia comparada, função e evolução** - 7^a ed. Rio de Janeiro - RJ. Guanabara Koogan, 2016.

KLOSOVSKI, L. J. R.; **Análise das Estratégias de Conservação de Quelônios Brasileiros**. 2003. 37 f. Monografia (Graduação) em Biologia, Centro Universitário de Brasília. Brasília - DF, 2003.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. **Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade**. Revista Brasileira de Gestão Urbana. Vol. 11, 2019.

MAESTRI, M. P. **Educação ambiental e cidadania**. In: Reflexões em Biologia da Conservação. Volume 1. Mário Augusto Gonçalves Jardim, Marlúcia Bonifácio Martins, Organizadores. Belém - PA. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2018.

MESQUITA, G. S. S. **Deteção molecular de Leptospira spp. em quelônios mantidos em cativeiro**. 2019. 44 f. Dissertação (Mestrado) em Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal na Amazônia, Campus Universitário de Castanhal, Universidade Federal do Pará, Castanhal - PA, 2019.

MESQUITA, G.S.S.; Rocha, K.S.; Albuquerque, M.R.; Silva, J.; Gomes, M.E.T.; Monteiro, T.R.M.; Moraes; C.C.G. **Monitoring of Leptospira in captive turtles by DNA analysis**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. 73, nº 2, 2021.

MOLL, D.; MOLL, E. O. **The Ecology, Exploitation and Conservation of River Turtles**. New York - NY. Oxford University Press, 2004.

NEVES, D. P.; MELO, A. L.; LINARDI, P. M.; VITOR, R. W. A. **Parasitologia Humana**. 13^a ed. Editora Atheneu, 2016.

OLIVEIRA, P. H.; CAMILLO, C. S.; BALESTRA, R. A. M.; SILVA, J. V. C.; FONSECA-JUNIOR, S. F. **Envolvimento comunitário na conservação de quelônios amazônicos**. In:

Manejo Conservacionista e Monitoramento Populacional de Quelônios Amazônicos. Rafael Antônio Machado Balestra, Organizador. Brasília - DF. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2022. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>> Acesso em 29 de dez. de 2022.

OPOKU, A. **Biodiversity and the built environment: Implications for the Sustainable Development Goals (SDGs)**. Resources, Conservation & Recycling. Vol. 141, 2019.

PEREIRA, M. C. S.; MARTINS, J. R. S.; NOGUEIRA, F. F.; MAGALHÃES, A. A. B.; SILVA, F. P. **Melhoria da qualidade da água de rios urbanos: novos paradigmas a explorar – Bacia hidrográfica do rio Pinheiros em São Paulo**. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol. 26, nº 3, 2021.

PIMENTEL, V.; VIEIRA, V.; MITIDIERI, T.; FRANÇA, F.; PIERONI, J. P. **Biodiversidade brasileira como fonte da inovação farmacêutica: uma nova esperança?** Revista do BNDES. nº 43, 2015.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M. **Vertebrate Live** - 10ª ed. New York - NY. Oxford University Press, 2019.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina - PR. Planta, 2001.

RHODIN, A. G. J.; IVERSON, J. B.; BOUR, R.; FRITZ, U.; GEORGES, A.; SHAFFER, H. B.; VAN DIJK, P. P.; **TURTLES OF THE WORLD Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (8th Ed.)**. Chelonian Research Monographs. n. 7, 2017.

RICKLEFS, R.; RELYEA, R. **A Economia da Natureza** - 7. ed. Rio de Janeiro - RJ. Guanabara Koogan, 2016.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3ª ed. Porto Alegre - RS. Artmed, 2007.

RIBEIRO, V. M. F.; MEDEIROS, L. S. **Animais Silvestres: Convivência e Riscos**. Edufac, Rio Branco - AC, 2017.

ROTHER, E. T. **Revisão Sistemática X Revisão Narrativa**. Acta Paulista de Enfermagem. Vol. 20, nº 2, 2007.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio Ambiente**. 5ª ed. Santos - SP. Livraria Santos Editor, 2013.

SEPLAN. **Serviços de consultoria para elaboração do plano de recursos hídricos das bacias dos rios lontra e corda, na região do bico do papagaio/TO**. 2002.

SHINOHARA, N. K. S.; BARROS, V. B.; JIMENEZ, S. M. C.; MACHADO, E. C. L.; DUTRA, R. A. F.; FILHO, J. L. **Salmonella spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos**. Ciência & Saúde Coletiva. Vol. 13, nº 5, 2008.

SILVA, A. A. **Interações ecológicas com ênfase em inseto-planta**. In: Reflexões em Biologia da Conservação. Volume 1. Mário Augusto Gonçalves Jardim, Marlúcia Bonifácio Martins, Organizadores. Belém - PA. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2018.

SILVA, P. T. A. **Deteção de *Salmonella enterica enterica* em *Kinosternon scorpioides scorpioides* (Linnaeus, 1766) de vida livre**. 2019. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia Humana: uma abordagem integrada**. 7ª ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2017.

SOUSA, G. R. **Sociedade e natureza**. In: Reflexões em Biologia da Conservação. Volume 1. Mário Augusto Gonçalves Jardim, Marlúcia Bonifácio Martins, Organizadores. Belém - PA. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2018.

SOUSA, L. V. F. **Legislação ambiental brasileira: Avanços, retrocessos e fragilidades**. In: Reflexões em Biologia da Conservação. Volume 2. Marlúcia Bonifácio Martins, Mário Augusto G. Jardim, William de Oliveira Sabino e Maria Fabíola Gomes da Silva de Barros, Organizadores. Belém – PA. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2020.

SOUSA, M. B. C.; SILVA, H. P. A.; GALVÃO-COELHO, N. L. **Resposta ao estresse: I. Homeostase e teoria da alostase**. Estudos de Psicologia. Vol. 20, nº 1, 2015.

SOUZA, A. M.; MALVASIO, A.; LIMA, L. A. B. **Estudo do esqueleto em *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron) (Reptilia, Testudines, Emydidae)**. Revista Brasileira de Zoologia. Vol. 17, 2000.

SOUZA, F. L. **Uma revisão sobre padrões de atividade, reprodução e alimentação de cágados brasileiros (Testudines, Chelidae)**. Phyllomedusa Journal of Herpetology. Vol. 3, 2004.

SOUZA-ARAÚJO, J.; GIARRIZZO, T.; LIMA, M. O. **Mercury concentration in different tissues of *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) (Podocnemididae: Testudines) from the lower Xingu River – Amazonian, Brazil**. Brazilian Journal of Biology. Vol. 75, nº 3, 2015.

SOUZA JUNIOR, T. P. S.; PEREIRA, B. **Conceitos Fisiológicos do Treinamento Físico-Esportivo: Estresse, Homeostase e Alostase**. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. Vol. 10, nº 2, 2008.

TAMAR. Fundação Projeto Tamar. **Missão**. Disponível em: <https://www.tamar.org.br/interna.php?cod=63>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

TUNDISI, G. T.; TUNDISI, M. T. **Limnologia**. São Paulo - SP. Oficina de Textos, 2008.

VALADÃO, R. M. **Conservação dos Quelônios Continentais no Brasil**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado) em Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal Goiano, Urutaí - GO, 2019.

VOUTSAS, E; MAGOULAS, K; TASSIOS, D. Prediction of the Biaccumulation of Persistent Organic Pollutants in Aquatic Food Webs. Chemosphere, 2002.