

**Pressões ambientais sobre serviços ecossistêmicos hídricos em um manancial em Belém,  
Pará, Brasil**

**Environmental pressures on water ecosystem services in a source in Belém, Pará, Brazil**

**Presiones ambientales sobre los servicios de ecosistemas hídricos en un manancial en  
Belém, Pará, Brasil**

Recebido: 24/06/2020 | Revisado: 27/06/2020 | Aceito: 02/07/2020 | Publicado: 14/07/2020

**Davi Farias da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4746-4123>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [davifarias.rug@gmail.com](mailto:davifarias.rug@gmail.com)

**Layse Gomes Furtado**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2442-0945>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [layse.furtadog@gmail.com](mailto:layse.furtadog@gmail.com)

**Norma Ely Santos Beltrão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1991-2977>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [normaelybeltrao@gmail.com](mailto:normaelybeltrao@gmail.com)

**Altem Nascimento Pontes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9001-4603>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: [altempontes@gmail.com](mailto:altempontes@gmail.com)

**Resumo**

Serviços ecossistêmicos (SEs) são bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas que são utilizados pela sociedade em busca do bem-estar humano. Os ecossistemas aquáticos prestam SEs cruciais, porém, ao sofrerem mudanças na qualidade e quantidade de água, os corpos hídricos podem alterar a oferta desses serviços. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo classificar os SEs hídricos identificados em um manancial de água localizado em Belém-PA, avaliando como esses SEs são impactados pelas pressões ambientais que agem sobre esses recursos. O manancial objeto deste estudo é composto pelos lagos Água Preta e Bolonha, que está inserido dentro do Parque Estadual do Utinga (PEUt), uma Unidade

de Conservação de Proteção Integral que, por sua vez, está inserido na Área de Proteção Ambiental Belém (APA Belém), e é responsável pelo abastecimento de água potável de aproximadamente 65% da população da Região Metropolitana de Belém (RMB). A metodologia da pesquisa teve como base a literatura científica para abordagem teórica dos SEs e posterior associação com as características ambientais locais. Foram abordados os serviços de abastecimento de água, regulação de água, autodepuração, recreativos e ecoturísticos e educacionais. As diversas pressões sobre o manancial estão relacionadas às mudanças no uso e cobertura do solo nas áreas adjacentes aos lagos que o compõe, principalmente por conta da expansão da urbanização, caracterizadas pelo despejo de esgoto sanitário e de sedimentos nos lagos, acarretando no surgimento de macrófitas, o que além de alterar a qualidade da água do manancial, pode contribuir para o seu assoreamento.

**Palavras-chave:** Degradação ambiental; Poluição hídrica; Unidade de conservação; Uso e cobertura do solo.

### **Abstract**

Ecosystem services (SEs) are tangible and intangible goods produced by ecosystems that are used by society in pursuit of human well-being. Aquatic ecosystems provide crucial SEs, but by changing water quality and quantity, water bodies can alter the supply of these services. In this way, the present study aimed to classify the water SEs identified in a water source located in Belém-PA, evaluating how these SEs are impacted by the environmental pressures that act on these resources. The source object of this study consists of the lakes Água Preta and Bolonha, which is within the Utinga State Park (PEUt), an Integral Protection Conservation Unit that is inserted in the Belém Environmental Protection Area (APA Belém), and is responsible for the supply of drinking water to approximately 65% of the population of the Metropolitan Region of Belém (RMB). The research methodology was based on the scientific literature for theoretical approach to SEs and subsequent association with local environmental characteristics. Water supply, water regulation, self-cleaning, recreational and ecotourism and educational services were addressed. Finally, it was noticed that the various pressures on the source are related to changes in land use and cover in the areas adjacent to the lakes that compose it, mainly due to the expansion of urbanization, characterized by the dumping of sanitary sewage and sediments in lakes, resulting in the emergence of macrophytes, which in addition to changing the quality of the water of the spring, can contribute to its siltation.

**Keywords:** Environmental degradation; Water pollution; Conservation unit; Land use and cover.

## Resumen

Servicios ecosistémicos (SEs) son bienes tangibles e intangibles producidos por ecosistemas que son utilizados por la sociedad en busca del bienestar humano. Los ecosistemas acuáticos proporcionan SE cruciales, pero al experimentar cambios en la calidad y cantidad del agua, los cuerpos hídricos pueden cambiar la provisión de estos servicios. Así, el presente estudio tuvo como objetivo clasificar los SEs de agua identificadas en un manantial de agua ubicada en Belém-PA, evaluando cómo estos SEs se ven afectados por las presiones ambientales que actúan sobre estos recursos. Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo clasificar los SEs de agua identificados en una fuente de agua ubicada en Belém-PA, evaluando cómo estos SEs se ven afectados por los motores y las presiones que actúan sobre estos recursos. El manantial objeto de este estudio consiste en los lagos Água Preta y Bolonha, que se insertan dentro del Parque Estatal de Utinga (PEUt), una Unidad de Conservación de Protección Integral que, a su vez, se inserta en el Área de Protección Ambiental de Belém (APA Belém), y es responsable de suministrar agua potable a aproximadamente el 65% de la población de la Región Metropolitana de Belém (RMB). La metodología de investigación se basó en la literatura científica para el enfoque teórico de los SEs y la posterior asociación con las características ambientales locales. Se abordó el suministro de agua, la regulación del agua, la autodepuración, los servicios recreativos y ecoturísticos y educativos. Por último, se observó que las diversas presiones sobre lo manantial están relacionadas con los cambios en el uso del suelo y la cobertura en las zonas adyacentes a los lagos que la componen, principalmente debido a la expansión de la urbanización, caracterizado por la descarga de aguas residuales sanitarias y sedimentos en los lagos, lo que resulta en la aparición de macrófitas, que además de alterar la calidad del agua en lo manantial, puede contribuir a su sedimentación.

**Palabras clave:** Degradación ambiental; Contaminación del agua; Unidad de conservación; Uso del suelo y cobertura.

## 1. Introdução

Serviços Ecosistêmicos (SEs) são bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos ecossistemas que são utilizados pela sociedade em busca do bem-estar humano (Rabelo et al., 2018). Em outras palavras, são funções ecológicas que se traduzem como benefícios nos quais os seres humanos podem tirar proveito do meio ambiente. Esta abordagem foi proposta inicialmente na década de 1970 com o objetivo de aumentar o nível de compreensão e interesse do público para a conservação da biodiversidade (Gomez-Baggethum et al., 2010).

Identificar os serviços prestados pelos ecossistemas permite quantificar a relevância que estes ambientes têm para a sociedade, tratar os impactos causados por ações antrópicas ou naturais de forma específica, valorar perdas e ganhos de acordo com os usos atribuídos a estes e conhecer os valores intangíveis que os ecossistemas podem assumir (Santos et al., 2018). Eles estão relacionados à provisão de alimentos, regulação climática, de fluxos de massa, ciclagem de nutrientes, turismo, lazer, atividades culturais, entre outros. São divididos em serviços de provisão, regulação/manutenção e culturais (Santos et al., 2019). Embora alguns serviços sejam facilmente reconhecidos, outros podem ser menos aparentes (Longo; Rodrigues, 2017).

Em julho de 2005 ocorreu a Convenção das Zonas Úmidas, também conhecida como Convenção de Ramsar, que definiu como Zonas Úmidas as áreas úmidas continentais (como pântanos, lagos, rios e habitats e água subterrânea), zonas úmidas marinhas e costeiras (como recifes de coral, manguezais e estuários) e áreas úmidas criadas pelo homem (como campos de arroz, represas, reservatórios e viveiros de peixes) (Assessment, 2005). Trata-se de ecossistemas capazes de fornecer SEs de maneira sustentável, dependendo de suas características bióticas e abióticas que devem ser quantificados com indicadores apropriados (Finlayson et al., 2019). Alguns SEs fornecidos por esses ecossistemas (também denominados de serviços ecossistêmicos hídricos), exemplificado por estes autores, são: o fornecimento de peixes (medido por níveis máximos e mínimos de colheita sustentável), a capacidade de armazenar água por parâmetros hidrológicos (por exemplo, volume de água, velocidade de fluxo, etc.), e a capacidade de uso recreativo por indicadores de qualidade estética e capacidade de carga para o número de visitantes.

Segundo Ujnovsky et al. (2017), entre os SEs hídricos ou de zonas úmidas, o abastecimento de água é um dos mais relevantes para a sociedade devido ao seu papel no bem-estar humano. Em sua revisão de literatura, retratam que as bacias hidrográficas periurbanas são as principais fornecedoras desses SEs para as populações urbanas. Todavia, o valor desses ecossistemas foi subestimado, resultando em planejamentos de uso do solo insustentáveis, demonstrando o quão crucial deve ser a entre cidades e os SEs, principalmente nas grandes cidades que exigem uma quantidade substancial de água e, conseqüentemente, produzem uma quantidade considerável de águas residuais domésticas e industriais, o que afeta negativamente seus sistemas de água doce. Portanto, uma abordagem de SEs à gestão da água ajudaria a convencer as autoridades a integrar ecossistemas naturais nos programas de gestão da cidade, porque essa abordagem elucidada como os ecossistemas afetam o bem-estar humano (Niemelä et al., 2010).

Na Amazônia Oriental, especificamente na Região Metropolitana de Belém (RMB), encontra-se o manancial do Utinga, composto pelos lagos Água Preta e Bolonha. Este manancial está inserido dentro do Parque Estadual do Utinga (PEUt), uma Unidade de Conservação de Proteção Integral que, por sua vez, está inserido na Área de Proteção Ambiental Belém (APA Belém), e é responsável pelo abastecimento de água potável de aproximadamente 65% da população da RMB. Todavia, devido principalmente às pressões geradas pela ocupação urbana ao redor do PEUt, os lagos encontram-se em estado de eutrofização devido ao lançamento indiscriminado de esgoto bruto proveniente de moradias instaladas irregularmente dentro da APA Belém (Brito et al., 2020).

Os principais fatores indiretos da degradação e perda de rios, lagos, pântanos de água doce e outras áreas úmidas do interior são o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico crescente. Já os fatores diretos de degradação e perda incluem desenvolvimento de infraestrutura, mudanças no uso do solo, retirada de água, poluição, superexploração e introdução de espécies exóticas invasoras (Assessment, 2005). Diversas pesquisas que discutem as várias pressões socioambientais sobre o manancial do Utinga já foram produzidas (Bahia, 2011; Vasconcelos; Souza, 2011; Júnior, 2015; Gutierrez et al., 2017; Oliveira et al., 2018; Silva et al., 2019; Brito et al., 2020). No entanto, faz-se necessário analisar o impacto dessas pressões sobre os serviços ecossistêmicos hídricos, a fim de avaliar as perdas sofridas e as que ainda poderão ocorrer caso não sejam tomadas medidas para ampliar sua conservação visto os benefícios que a população usufrui em forma de consumo dos SEs hídricos fornecidos pelo PEUt.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo classificar os serviços ecossistêmicos hídricos identificados em um manancial de água localizado no PEUt, avaliando como esses estes SEs são impactados pelos motores e as pressões que agem sobre esses recursos, a fim de contribuir para a melhoria do seu processo de gestão e conservação.

## **2. Metodologia**

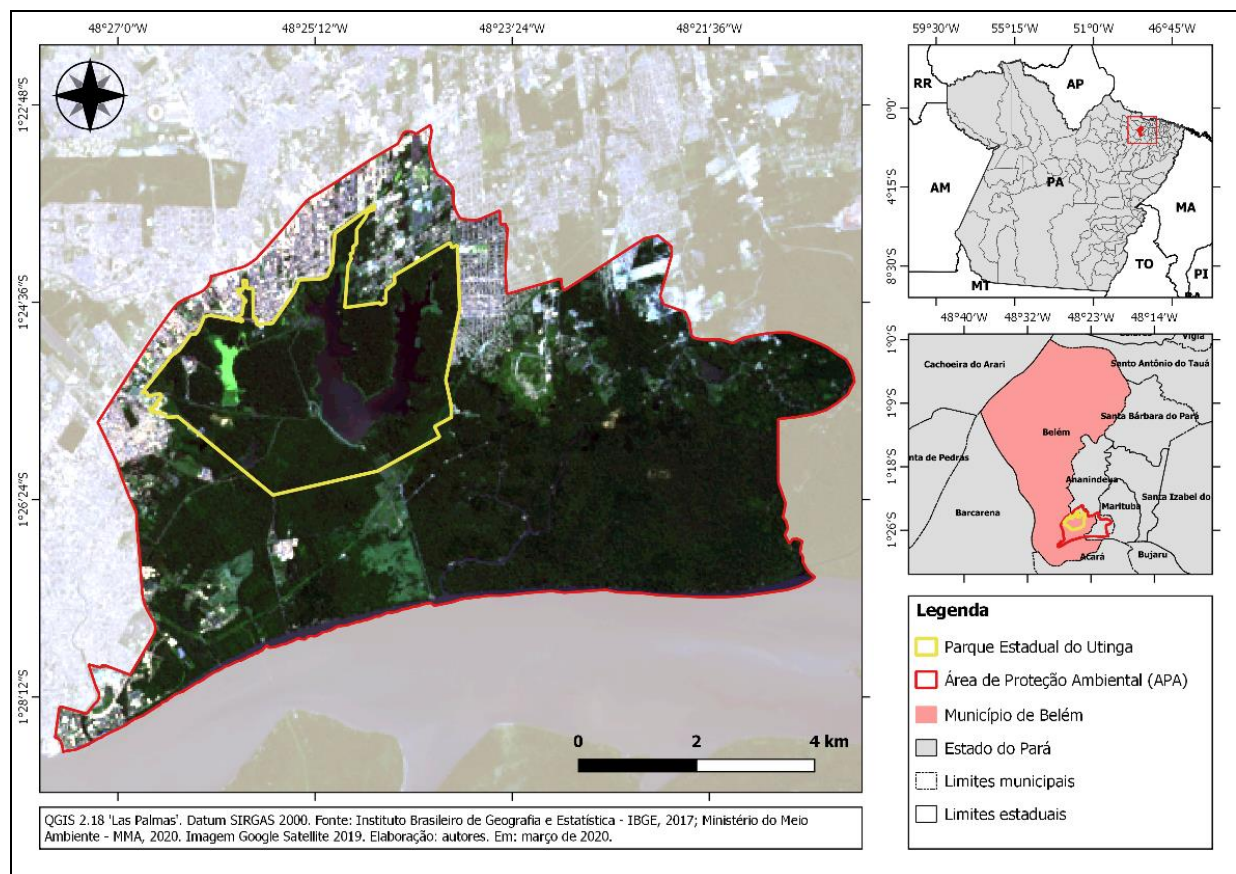
### **2.1. Área de Estudo**

O manancial do Utinga é composto pelos lagos Água Preta e Bolonha, pertencentes à bacia hidrográfica do Utinga (ou Murucutum), no qual fazem parte também os igarapés Murucutum e Água Preta. Eles encontram-se totalmente inseridos no Parque Estadual do Utinga (PEUt) que, por sua vez, situa-se no interior da Área de Proteção Ambiental Belém

(APA Belém). Ambos, PEUt e APA Belém, são unidades de conservação (UCs) que possuem a finalidade de proteger os lagos e preservar a biodiversidade local (Gutierrez et al., 2017). Seus territórios abrangem os bairros do Curió-Utinga, Souza, Castanheira, Guanabara e Águas Lindas, no município de Belém, capital do Estado do Pará.

O lago Bolonha possui uma área de 1,8 km<sup>2</sup>, enquanto o lago Água Preta uma área aproximada de 7,2 km<sup>2</sup> (Vasconcelos; Souza, 2011). Juntos formam o principal manancial para o abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém, no qual a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) retira a água para tratamento e distribuição à população. A Figura 1 retrata a localização da APA Belém, do PEUt e do manancial do Utinga dentro da RMB.

**Figura 1:** Mapa de localização da APA Belém, do PEUt e dos lagos Água Preta e Bolonha.



Fonte: Autores (2020).

Os lagos foram formados na década de 1930 por meio de construção de barragens alimentadas por algumas nascentes e igarapés da região. Entretanto, como relatam Gutierrez et al. (2017), com o crescimento populacional, os lagos passaram a não conseguir atender à demanda nos períodos de estiagem somente com o seu volume de água, tendo a necessidade

de complementá-lo com um sistema de captação e bombeamento de água do Rio Guamá para o manancial, em 1945. Já em 1973, o lago Água Preta teve a sua capacidade aumentada para aumentar o armazenamento para abastecer a nova demanda populacional da RMB (Castro; Rodrigues; Filho, 2019).

De acordo com Vasconcelos e Souza (2011), cerca de 90% do volume de água dos lagos é oriundo de captação do Rio Guamá (cerca de 7,3 m<sup>3</sup>/segundo) e encaminhadas através de uma adutora para o lago Água Preta que, por sua vez, interliga-se com o lago Bolonha através de um canal de ligação. Na adutora, a água é transportada com muita velocidade. Por esta razão, antes de chegar no Água Preta, ela passa por um dissipador de energia, caso contrário, poderia causar danos erosivos no manancial (Lopes, 2019).

## **2.2. Caracterização da Pesquisa**

A pesquisa caracteriza-se como um estudo descritivo sobre como os motores e pressões ambientais no manancial do Utinga geram consequências negativas sobre os serviços ecossistêmicos dos lagos Bolonha e Água Preta. Para obtenção dos resultados, a pesquisa foi dividida em duas etapas: a primeira parte corresponde a um levantamento sobre os principais serviços ecossistêmicos hídricos, enquanto a segunda parte a um levantamento na literatura científica sobre as principais problemáticas ambientais que afetam os citados corpos hídricos.

O levantamento dos serviços ecossistêmicos hídricos no manancial foi realizado pelos próprios autores com o auxílio da literatura científica existente, os quais foram segmentados segundo a classificação dos serviços ecossistêmicos hídricos e seus derivados, segundo relatório “*Ecosystems and human well-being: wetlands and water*” (“Ecosistemas e bem-estar humano: recursos hídricos e zonas úmidas”, em português), elaborado pela *Millennium Ecosystem Assessment*, mostrado no Quadro 1 (Assessment, 2005).

**Quadro 1:** Serviços ecossistêmicos de zonas úmidas e seus derivados.

SERVIÇOS	COMENTÁRIOS E EXEMPLOS
<b>Provisão</b>	
Comida	Produção de peixe, caça selvagem, frutas e grãos.
Abastecimento de água	Armazenamento e retenção de água para uso doméstico, industrial e agrícola.
Fibra e combustível	Produção de toras, lenha, turfa, forragem.
Bioquímico	Extração de medicamentos e outros materiais da biota.
Materiais genéticos	Genes para resistência a patógenos vegetais, espécies ornamentais e assim por diante.
<b>Regulação</b>	
Regulação climática	Fonte e pia de gases de efeito estufa; influenciar a temperatura local e regional, precipitação e outros processos climáticos.
Regulação da água (vazões hidrológicas)	Recarga/descarga de águas subterrâneas.
Purificação de água e tratamento de resíduos	Retenção, recuperação e remoção de excesso de nutrientes e outros poluentes.
Regulação de erosão	Retenção de solos e sedimentos.
Regulamento de risco natural	Controle de inundação, proteção contra tempestades.
Polinização	Habitat para polinizadores.
<b>Cultural</b>	
Espiritual e inspirador	Fonte de inspiração; muitas religiões atribuem valores espirituais e religiosos a aspectos de ecossistemas de zonas úmidas.
Recreativo	Oportunidades para atividades recreativas.
Estético	Muitas pessoas acham beleza ou valor estético em aspectos dos ecossistemas das zonas úmidas.
Educacional	Oportunidades de educação e treinamento formal e informal.
<b>Suporte</b>	
Formação do solo	Retenção de sedimentos e acúmulo de matéria orgânica.
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem, processamento e aquisição de nutrientes.

Fonte: Assessment (2005).

Após a obtenção das informações das pressões ambientais na literatura científica, foram feitas as interpretações sobre a forma como essas pressões impactavam na oferta de SEs dos lagos. Para este trabalho, foram avaliados os SEs ofertados pelos lagos segundo sua importância: abastecimento de água, regulação da água, autodepuração da água, recreativas e ecoturísticas e educacionais. A classificação desses SEs segue no Quadro 2.



**Quadro 2:** Classificação dos serviços ecossistêmicos hídricos analisados do manancial do Utinga.

TIPOLOGIA	DEFINIÇÃO	SEs HÍDRICOS ANALISADOS
Provisão	Os serviços de provisão são aqueles com capacidade de fornecer bens, como água potável para o consumo humano e/ou para a dessedentação de animais de produção e nativos, alimentos (frutos, sementes, raízes, mel, caça, pescado etc.), matéria-prima para geração de energia, fitofármacos, entre outros.	Abastecimento de água
Regulação	Corresponde a processos ecossistêmicos que regulam as condições ambientais essenciais para manter a vida, exemplo: diluição de águas residuais, controle de enchentes e de erosão, regulação do clima, purificação da atmosfera, decomposição de resíduos orgânicos e controle de pragas e de doenças.	Regulação da água Autodepuração
Cultural	Combina-se com capital construído, humano e social para produzir recreação, identidade estética, científica, cultural, senso de lugar ou outros benefícios "culturais". Por exemplo, um benefício recreativo requer um belo recurso natural (um lago), combinado com a infraestrutura construída (uma estrada, trilha, cais, etc.), capital humano (pessoas capazes de apreciar a experiência do lago) e capital social (família), amigos e instituições que tornam o lago acessível e seguro).	Recreativos e ecoturísticos Educaçãois

Fonte: Tabela elaborada pelos autores com informações de Costanza et al. (2017) e Gomes, Neto e Silva (2018).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Serviços de provisão

O abastecimento de água é o principal serviço ecossistêmico oferecido pelo manancial do Utinga e o motivo que levou à construção dos lagos Água Preta e Bolonha na década de 1930. Entretanto, somente a água proveniente dos lagos é insuficiente para abastecer os 65% da população da RMB que utilizam a água do manancial para este fim, necessitando de uma complementação no volume hídrico através do bombeamento de água proveniente do Rio Guamá, como descrito no material e métodos do presente estudo.

#### 3.2. Serviços de Regulação

Interligado com o SE de abastecimento de água estão os serviços de regulação da água e de autodepuração, que é a capacidade que um corpo hídrico tem de se depurar, ou seja, restabelecer o equilíbrio do meio aquático após alterações induzidas sobre este (Novais et al., 2019). Esses serviços se relacionam com as três finalidades básicas que o manancial possui, segundo Rodrigues e Matos (2018), que são: a) o armazenamento de água durante o período

de menores precipitações pluviométricas, quando a demanda de água pela população é aproximadamente igual ao volume distribuído; b) diluir as maiores concentrações de cloreto, quando a composição da água do rio Guamá é afetada pela elevação do nível de água do Oceano Atlântico; e c) melhorar a clarificação da água armazenada, devido à sedimentação.

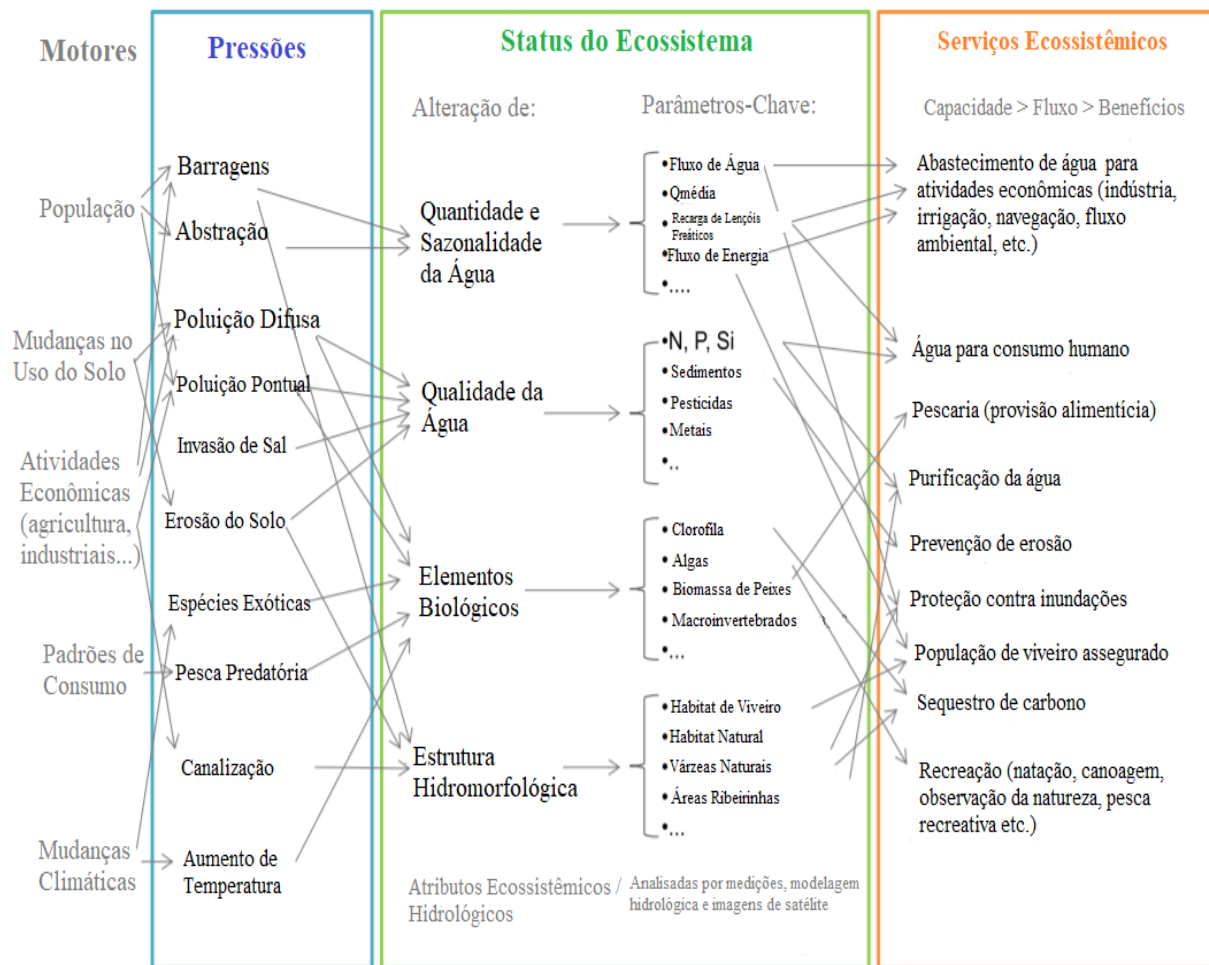
### **3.3. Serviços Culturais**

Os serviços recreativos e ecoturísticos, bem como os educacionais, encontram-se mais ligados a uma das funções do PEUt (onde o manancial está inserido) que é oferecer uma grande opção de recreação e práticas saudáveis em contato com a natureza de Belém. Os lagos contribuem nesse contexto na apreciação da paisagem (estética), na realização de pesquisas científicas e razões educacionais sobre o abastecimento de água e impactos ambientais sobre um corpo hídrico, principalmente. A área do PEUt, segundo o IDEFLOR-BIO (2020), é utilizada para caminhar, correr, andar de bicicleta e/ou patins, exercícios de beleza cênica e meditativos, trilhas ecológicas, além de orientações sobre a captação, tratamento e a distribuição da água dos lagos que abastecem boa parte da RMB.

### **3.4. Análise das Pressões Ambientais Sobre os SEs Hídricos do Manancial do Utinga**

Para Grizzeti et al. (2016), os “motores”, ou seja, ações antrópicas geram pressões sobre o “status do ecossistema” promovendo alterações na qualidade ambiental do sistema, o que gera impactos nos SEs, como mostrado na estrutura de avaliação integrada na Figura 2.

**Figura 2:** Estrutura de avaliação integrada.



Fonte: Grizzeti et al. (2016), modificado pelos autores.

A literatura científica aponta que as pressões ambientais sobre os lagos Água Preta e Bolonha estão fortemente ligadas à ação antrópica dentro do território da APA Belém e as mudanças no uso e cobertura do solo que dificultam a sua preservação e manutenção (Gutierrez et al., 2017; Rodrigues; Matos, 2018; Araújo et al., 2019). Partindo da Figura 2, demonstra-se que os principais motores para a degradação dos SEs do manancial do Utinga são a população (devido ao seu crescimento quantitativo) e as mudanças no uso e cobertura do solo, causando como pressões, principalmente, as poluições difusa e pontual que afetam a qualidade da água do manancial. Além disso, é possível que com o crescimento da população da RMB indique a necessidade de maior volume de água para abastecimento afetando a quantidade de água do manancial, como já ocorreu em situações passadas, como visto no tópico de serviços de provisão do manancial. Analisando os dados populacionais dos municípios de Belém e Ananindeua no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), percebe-se que o município de Belém, em 2017, obteve um crescimento populacional

de aproximadamente 13,40% em relação ao ano 2000 (indo de 1.280.614 para 1.452.275 habitantes), enquanto o município de Ananindeua cresceu em 31,12% (de 393.569 para 516.057 habitantes).

Araújo et al. (2019) identificaram através de uma análise nas mudanças no uso e cobertura do solo, com imagens obtidas pelo satélite Landsat 5, que entre os anos de 1993 a 2006, houve um adensamento e expansão da área antropizada dentro da APA Belém, em seus lados norte, nordeste e leste, saltando de 11% para 15% do total da área da APA. Já no ano de 2013, os autores identificaram outro crescimento da área antropizada para 23% do território. Esses resultados foram semelhantes aos de Gutierrez et al. (2017), que também realizaram análises nas mudanças de uso e cobertura do solo através de imagens de satélite Landsat 5 para os anos de 1984, 1989, 1999 e 2008, e Landsat 8, para o ano de 2015, ilustrando que, para o último ano de referência, a área antropizada dentro da APA já era de 26%. Além disso, os trabalhos de ambos demonstraram uma diminuição da hidrografia no interior da APA. No caso de Araújo et al. (2019), a área da hidrografia diminuiu de 6% para 5% de 1993 para 2013. Em 2015, Gutierrez et al. (2017) já relatam uma porcentagem de 3% da hidrografia em relação à área total da APA Belém. Essa diminuição na hidrografia, porém, está mais relacionada à proliferação de macrófitas no interior dos lagos (em especial no Lago Bolonha), devido ao aumento de nutrientes em suas águas por conta do despejo inadequado de esgoto de bairros localizados ao redor, que será discutido posteriormente, uma vez que as análises do uso e cobertura do solo para estes anos (2013 e 2015) consideraram as áreas tomadas pelas macrófitas como vegetação secundária e não como hidrografia.

A ocorrência de residências dentro da APA Belém é um reflexo da forma como foi conduzida a sua criação e gestão na primeira década de existência, como afirma Júnior (2015). Segundo o autor, entre os anos de 1993 e 2003, a APA Belém ter existido apenas no papel, uma vez que durante esses dez anos o processo de implantação ocorreu de forma arbitrária por desconsiderar a presença da população nativa que residiam a cerca de 30 anos ou mais. Durante a implantação da APA, faltaram ser desapropriadas 311 residências e estes moradores, que permaneceram no local, não aceitaram os valores de indenização.

As UCs foram criadas em 1981, pela Lei Federal nº 6.092, e caracterizam-se por serem ambientes que buscam conciliar a existência humana com os elementos ambientais presentes em áreas delimitadas permitindo, assim, a ocupação espacial da população sem comprometer a diversidade biológica e sustentabilidade dos recursos naturais (Brasil, 1981). Partindo desse entendimento, pode-se afirmar, então, que o papel da APA Belém e do PEUt como proteção dos lagos não tem sido cumprido eficientemente.

A problemática da urbanização crescente dos municípios da RMB deve-se ao fato de esta ocorrer desordenadamente, trazendo como consequência o surgimento de bairros, conjuntos residenciais e a multiplicação de favelas, sendo a maioria com ausência de saneamento, como ocorre nas áreas adjacentes à APA Belém e ao PEUt (Bahia et al., 2011). Dados do SNIS revelam que no ano de 2017, somente 12,99% da população de Belém possuía acesso à coleta de esgoto enquanto o município de Ananindeua apenas 0,98%, classificando-as como duas das cidades com os piores índices de população atendida com o serviço de coleta de esgoto sanitário no Brasil, segundo ranking do Instituto Trata Brasil (Trata Brasil, 2020). Dentre as invasões ao norte, merece destaque uma área de sub-habitações localizadas às margens dos lagos Água Preta e Bolonha, cujos esgotos domésticos são lançados diretamente em uma das nascentes que contribuem para a formação dos lagos (Souza, 2020). Brito et al. (2020) catalogaram 21 pontos de lançamento os quais geram uma carga poluidora de 1,16 toneladas de DBO/dia.

Nota-se, então, que as pressões ambientais sobre os lagos por conta dos motores de população e mudança no uso do solo, são simplificados na poluição difusa e pontual e erosão do solo (por conta da perda da cobertura vegetal nativa da APA Belém e PEUt), tendo como consequências mudanças na qualidade da água, elementos biológicos e estrutura hidromorfológica, afetando uma série de SEs hídricos.

Com as pressões ambientais retratadas resultantes do uso na cobertura do solo, observa-se a ocorrência de ameaças sobre os SEs hídricos do manancial por conta de alterações tanto na qualidade como na quantidade de água do manancial. Devido o esgoto sanitário (doméstico e industrial) lançado no manancial do Utinga, os lagos apresentam concentrações de nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, elevadas (Oliveira et al., 2018). Para chegar a tal conclusão, estes autores realizaram em dezembro de 2012 (fim do período de menor pluviosidade em Belém), coleta de sedimentos em três pontos do Lago Água Preta com o auxílio de uma draga de Ekman e espátula de polietileno para analisarem a concentração de metais pesados nos sedimentos encontrados no citado lago, coletando cerca de 500 g de sedimentos que foram acondicionados conservados a uma temperatura de aproximadamente -20°C para posteriormente serem preparadas para as diversas análises de metais pesados nos sedimentos. Essas coletas também foram aproveitadas para a realização de análise de concentração de nitrogênio total e fósforo total nos sedimentos, utilizando a metodologia *Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water*. Os três pontos do Lago Água Preta escolhidos foram: Ponto 1 – braço próximo ao bairro Águas Lindas (região nordeste do lago); Ponto 2 – zona menos susceptível à ação antrópica (região sul do lago); e

Ponto 3 – braço próximo ao bairro da Guanabara (região noroeste do lago). Os resultados obtidos foram descritos em mg.Kg<sup>-1</sup>, conforme mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Concentrações de Nitrogênio Total e Fósforo Total encontradas em coletas de sedimentos no Lago Água Preta.

PARÂMETRO	P1	P2	P3
Nitrogênio Total (mg.Kg <sup>-1</sup> )	6018,67	1300,33	5458,13
Fósforo Total (mg.Kg <sup>-1</sup> )	1222,34	626,43	1674,56

Fonte: Oliveira et al. (2018).

Pelas concentrações de N e P totais foram menores no ponto 2 (o mais distante dos núcleos urbanos), os autores ratificaram que o lançamento de esgotos domésticos e industriais podem ser a maior contribuição desses nutrientes.

Outra análise realizada, resgatada na revisão de literatura, foi a de Silva et al. (2019), que realizaram análises mensais referente ao índice de qualidade de água do manancial entre o período de novembro/2008 a outubro/2009, entre o período com maior pluviosidade (dezembro a maio) e com menor pluviosidade (junho a novembro), em cinco pontos do manancial, a saber: P1 – Rio Guamá (01°27'18.6'' S/ 48°24'06.7'' W); P2 – caixa de transição onde ocorre à mudança de água de conduto forçado para livre (01°25'54.9'' S/ 48°24'32.7'' W); P3 – lago Água Preta (01°25'34.2'' S/ 48°25'07.8'' W); P4 – lago Bolonha (01°25'30.9'' S/ 48°25'53.6'' W); P5 – entrada da Estação de Tratamento de Água -ETA do Bolonha (01°25'15.2'' S/ 48°26'02.5'' W). Foram realizadas no total 30 coletas no com menor pluviosidade e 29 no período de maior pluviosidade, pois no mês de março/2009, devido a ocorrência de chuvas, a estrada para o Rio Guamá ficou inacessível. Para o período de maior pluviosidade, a média dos valores de fósforo total para foi de 0,2 mg/L (com desvio padrão de ± 0,1) contra uma média de 0,11 mg/L (com desvio padrão de ± 0,1) no período de menor pluviosidade. Outra variável analisada foi o nitrogênio total, com valor médio de 0,6 mg/L (com desvio padrão de ± 0,5) no período de maior pluviosidade, contra o valor médio de 0,5 mg/L (com desvio padrão de ± 0,2). De acordo com a Resolução Conama nº 357, o valor de referência para fósforo total para corpos hídricos de Classe 2, no qual se enquadra o manancial do Utinga, é de até 0,03 mg/L, o que já demonstra que em ambos os períodos de pluviosidade, a concentração média deste nutriente encontrava-se acima dos padrões estabelecidos pela resolução. Quanto a variável de nitrogênio total, esta resolução não possui

valores de referência, mas sim para suas subpartes que são nitrato (limite de 10,0 mg/L), nitrito (limite de 1,0 mg/L) e nitrogênio amoniacal (cujo valor limite depende do pH do corpo hídrico).

O despejo desses nutrientes tem contribuído para o processo de proliferação de macrófitas e a eutrofização dos lagos, principalmente no Bolonha (Dutra; Tavares; Ribeiro, 2019). Este cenário pode ser percebido na Figura 3.

**Figura 3:** Vista aérea do Lago Bolonha.



Fonte: Souza (2020).

A proliferação de macrófitas possui alta relação com a aceleração do processo de eutrofização das águas, pois a produção de biomassa leva ao aumento do déficit de oxigênio, além da forte ligação com a taxa de assoreamento, haja vista que as grandes massas de matéria orgânica resultantes do crescimento dessas plantas tendem a sedimentar depois de mortas no fundo do lago, contribuindo para a redução da profundidade (Júnior, 2015; Brito et al., 2020). Além disso, a eutrofização dos lagos contribui para a formação de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e a diminuição do pH da água, com efeitos nocivos ao fitoplâncton, zooplâncton e à comunidade bentônica, representando um fator visível de poluição da água (Souza et al., 2020).

A redução da vegetação nativa é outra variável que compromete o manancial do

Utinga, pois aumenta o escoamento superficial e o carreamento de sedimentos para os lagos (Castro; Rodrigues; Filho, 2020), somando-se a isso o acúmulo e lançamento irresponsável de resíduos sólidos e líquidos pelas populações residentes ao redor (Rodrigues; Matos, 2018). Dessa forma, a sedimentação de macrófitas mortas e os sedimentos do solo carreados para os lagos também contribuem para o assoreamento destes, trazendo prejuízos na retenção de água dentro dos atuais limites espaciais, principalmente do lago Bolonha. Há, também, a influência da água bruta que chega ao lago Água Preta que vem carregando sedimentos oriundos do Rio Guamá. Segundo Lopes (2019), enquanto que no Rio Guamá a concentração de sedimentos é de aproximadamente 250 mg/L, no Lago Água Preta essa concentração varia de 1 a 57 mg/L. Essa diferença, segundo autor, pode acarretar no assoreamento do lago no ponto onde a adutora de água bruta deseja a água proveniente do Rio Guamá no Água Preta.

Com a degradação ambiental do manancial, o serviço de abastecimento de água acaba sendo atingido, gerando maiores gastos para a COSANPA na questão do tratamento de água. Entretanto, Silva et al. (2019) identificaram que a capacidade de autodepuração e renovação continuam mantidos. No entanto, é necessário que os órgãos responsáveis pelo manancial, juntamente com a sociedade, continuem trabalhando para torná-lo uma fonte viável de água.

Ainda sobre o serviço de autodepuração, em relação ao processo de sedimentação e clarificação da água, Souza et al. (2020) retratam que, embora o lago Água Preta exerça uma função removedora de cor e sedimentos mais grossos (decantação natural), estes poderão ressurgir novamente de maneira acentuada por influência da decomposição de matéria vegetal no lago Bolonha. Isto se deve também devido ao lago ser menor, tendo menor espaço para solubilizar substâncias. Além disso, a cor da água (bem como a proliferação das macrófitas) acaba influenciando na estética dos lagos, prejudicando os SEs culturais de ecoturismo.

Os serviços de ecoturismo e educacionais são benéficos em termos econômicos e culturais, todavia, podem se tornar causadores de impactos negativos no interior do PEUt e, conseqüentemente, ao manancial, devido ao deslocamento de pessoas no interior do parque ambiental. Assim, um fator de maior preocupação seria a conscientização ambiental dos visitantes, bem como das medidas de educação ambiental, gestão e fiscalização do PEUt para a conservação dos SEs do parque e de seus lagos. O maior risco para a degradação do manancial é a possibilidade de despejo inadequado de resíduos em suas águas.

Segundo IDEFLOR-BIO (2018) o PEUt conta com a Instrução Normativa nº 06, de 07 de novembro de 2018, que dispõe sobre normas e procedimentos administrativos para o gerenciamento de resíduos sólidos no PEUt. Esta normativa proíbe a instalação de lixeiras no percurso de 4 km no interior do parque, a não ser em casos temporários aprovados pelo



IDEFLOR-BIO, como é o caso de eventos esportivos, além de proibir a venda de bebidas em latas metálicas, garrafas plásticas descartáveis copos descartáveis e o uso de canudinhos plásticos ou de papel (Pará, 2018). A normativa também prevê que é reponsabilidade de todos sobre os resíduos sólidos produzidos no interior do parque. Ainda assim, o PEUt conta com serviços contínuos de coleta seletiva nas áreas do PEUt.

#### **4. Considerações Finais**

Os principais motores que geram pressões sobre os lagos Água Preta e Bolonha são o crescimento urbano no interior da APA Belém e as decorrentes mudanças no uso e cobertura do solo. Dentre as pressões que afetam os lagos destacam-se o despejo inadequado de esgoto sanitário (doméstico e industrial), escoamento de sedimentos para o manancial e a proliferação de macrófitas. Ainda que o PEUt exista desde o ano de 1993, tendo como uma de suas funções principais a proteção do manancial, a forma como ocorreu criação e a sua gestão durante a primeira década de existência e o avanço da área urbana dentro de seu território revelam uma deficiência no cumprimento desta missão. Por consequência, os serviços ecossistêmicos hídricos foram afetados.

O abastecimento de água é o principal SE do manancial, mantendo uma interligação direta com os outros serviços apresentados. A degradação da qualidade da água do manancial é o principal impacto que atinge a prestação deste serviço, sendo prejudicial também ao serviço de autodepuração. As decantações de sedimentos e da biomassa proveniente das macrófitas mortas podem afetar a retenção de água nos lagos por conta do assoreamento e diminuição da profundidade. A proliferação das macrófitas também prejudica os serviços culturais dos lagos, por degradarem a estética. Mesmo assim, foi mostrado que a autodepuração do manancial continua funcionando, porém tornam-se necessárias ações do governo e da sociedade civil para conter a poluição e diminuição da prestação dos SEs hídricos.

#### **Referências**

Araújo, M. G. S., Araújo, S. R., Souza, L. S., & Freire, A. A. P. (2019). NDVI como ferramenta de avaliação da expansão urbana em área de proteção ambiental no município de Belém-PA. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(4), 386-402.

Assessment, M. E. (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water*. World Resources Institute.

Bahia, V. E., Luíz, J. G., Leal, L. R. B., Fenzl, N., & Morales, G. P. (2011). Diagnóstico sobre contaminação das águas subterrâneas na área do Parque Estadual do Utinga, Belém-PA, pelos métodos elétrico e eletromagnético. *Revista Brasileira de Geofísica*, 29(4), 753-770.

Brasil. (1981). Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981. *Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências*. Brasília. Recuperado em 17, março, 2020, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6902.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6902.htm).

Brasil. (2005). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Brasília. Recuperado em 01, julho, 2020, de <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.

Brito, F. S. L., Pimentel, B. A., Vilhena, J. C., Rosário, K. K. L., Morais, M. S., Cruz, R. H. R., & Corrêa, V. L. S. (2020). Comportamento das variáveis físico-químicas da água do lago Bolonha-Belém-PA. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 1738-1757.

Castro, D. C. C., Rodrigues, R. S. S., & Filho, D. F. F. (2020). Escoamento superficial na área convergente aos lagos Bolonha e Água Preta em Belém e Ananindeua, Pará. *Research, Society and Development*, 9(3).

Conama, R. (2005). 357, de 17 de março de 2005. *Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA*, 357.

Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. *Ecosystem services*, 28.

Dutra, V. A. B., Tavares, P. A., & Ribeiro, H. M. C. (2019). Analysis of cloud condition on Sentinel-2 MSI and Landsat-8 OLI images of a public supply lake in Belém-Pará-Brazil. *Revista Ambiente & Água*, 14(4).

Finlayson, C. M., de Groot, R. S., Hughes, F. M. R., & Sullivan, C. A. (2019). Freshwater ecosystem services and functions. In Hughes, J. M. R. Oxford University Press (Ed.). *Freshwater Ecology and Conservation: Approaches and Techniques* (pp. 321-337).

Gomes, A. S., Neto, J. D., & Silva, V. F. (2018). Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 9(4), 12-23.

Gómez-Baggeth, E., de Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69, 1209-1218.

Grizzeti, B., Lanzanova, D., Liqueste, C., Reynaud, A., & Cardoso, A. C. (2016). Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science & Policy*, 61, 194-203.

Gutierrez, C. B. B., Ribeiro, H. M. C., Morales, G. P., Gutierrez, D. M. G., Santos, L. S., & Paula, M. T. (2017). Análise espaço-temporal do uso e cobertura do solo no interior da APA Belém e correlação com os parâmetros de água dos seus mananciais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10(1), 521-534.

IDEFLOR-BIO – Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará. (2018). *Parque do Utinga é segunda UC brasileira com política de gerenciamento de resíduos sólidos*. Recuperado em 24, março, 2020, de <http://ideflorbio.pa.gov.br/2018/11/parque-do-utinga-e-segunda-uc-brasileira-com-politica-de-gerenciamento-de-residuos-solidos/>.

IDEFLOR-BIO – Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará. (2020). *Parque Estadual do Utinga – PEUt*. Recuperado em 22, março, 2020, de <http://www.ideflorbio.pa.gov.br/unidades-de-conservacao/regiao-administrativa-de-belem/parque-estadual-do-utinga/>.

Jujnovsky, J., Ramos, A., Caro-Borrero, Á., Mazari-Hiriart, M., Maass, M., & Almeida-Leñero, L. (2017). Water assessment in a peri-urban watershed in Mexico City: A focus on an ecosystem services approach. *Ecosystem services*, 24, 91-100.

Júnior, A. C. R. A. (2015). Indicadores de qualidade ambiental no lago Bolonha, Parque Estadual do Utinga, Belém-Pará. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 42(1), 276-299.

Longo, M. H. C., Rodrigues, R. R. (2017). Análise de serviços ecossistêmicos na avaliação de impacto ambiental: proposta e aplicação em um empreendimento minerário. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 43(Edição Especial), 103-125.

Lopes, D. F. (2019). *Sistema Hídrico do Utinga: como a água vai do Rio Guamá até a torneira de sua casa* [Apostila produzida para a “Visita Técnica aos Mananciais de Belém” durante a XIV Semana ABES de meio ambiente]. Belém: ABES.

Niemelä, J., Saarela, S. R., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Väre, S., & Kotze, D. J. (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodiversity and Conservation*, v. 19(11), 3225-3243.

Novais, F. F., Marinho, B. T. S., Silva, M. A. R., Oliveira, F. C., & Viana, R. S. (2019). Poluição por matéria orgânica e autodepuração dos cursos d’água: impactos deste estudo no setor produtivo. *Research, Society and Development*, 8(5).

Oliveira, G. M. T. S., Oliveira, E. S., Santos, M. L. S., Melo, N. F. A. C., & Krag, M. N. (2018). Concentrações de metais pesados nos sedimentos do lago Água Preta (Pará, Brasil). *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 23(3), 599-605.

Pará. Instrução Normativa nº 06 de 07 de novembro de 2018. Dispõe sobre normas e procedimentos administrativos para o gerenciamento de resíduos sólidos no Parque Estadual do Utinga. *Diário Oficial do Estado do Pará nº 33.735*, ano CXXVIII da IOE 128º da República, Belém-PA, p. 43.

Rabelo, T. O., Santos, N. M., Costa, D. F. S., Nascimento, M. A. L., & Lima, Z. M. C. (2018). A contribuição da geodiversidade na prestação dos serviços ecossistêmicos do manguezal. *Revista de Geociências do Nordeste*, 4(Especial), 281-297.

Rodrigues, F. C. C., & Matos, L. O. (2018). As transformações socioambientais na bacia hidrográfica do Utinga: agravantes para os lagos Bolonha e Água Preta. *Revista Espaço Acadêmico*, 201, 31-42.

Santos, N. M., Filho, C. R. S., Guedes, J. C. F., & Costa, D. F. S. (2019). Identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão prestados pela caatinga na microrregião do Seridó Ocidental, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Casa da Geografia de Sobral*, 21(2), 477-490.

Santos, N. M., Rabelo, T. O., Louzeiro, A. S., Costa, D. F. S., & Cestaro, L. A. (2018). Identificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelo manguezal da Ilha do Maranhão-MA, Brasil. *Revista de Geociências do Nordeste*, 4(Especial).

Silva, J. P., Mesquita, K. F. C., Pereira, J. A. R., Sousa, R. R., Varela, A. W. P., Sousa, P. H. C., Santos, R. M., & Santos, M. L. S. (2019). Índices de qualidade da água no sistema de captação de água da região amazônica (Brasil). *Scientia Plena*, 15(12).

Souza, C. B. G. (2020). Conflitos territoriais na gestão de parques urbanos na Amazônia: o caso do Parque Estadual do Utinga – Belém/PA. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 1377-1394.

Souza, C. B. G., Campos, A. S., Sousa, F. B. B., Santos, A. M. A., & Carvalho, G. P. (2020). O uso de indicadores ambientais na avaliação de unidades de conservação: o caso do Parque estadual do Utinga em Belém/PA. *Nature and Conservation*, 13(1), 86-94.

Trata Brasil. (2020). *Principais Estatísticas*. Recuperado em 22, março, 2020, de <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas>.

Vasconcelos, V. M. M., & Souza, C. F. (2011). Caracterização dos parâmetros de qualidade de água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 6(2), 305-324.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Davi Farias da Silva – 40%

Layse Gomes Furtado – 20%

Norma Ely Santos Beltrão – 30%

Altem Nascimento Pontes – 10%