

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

Suzana Lima Barbosa; IFSP-PTB; [suzana.b@aluno.ifsp.edu.br](mailto:suzana.b@aluno.ifsp.edu.br)  
Alessandro Marco Rosini; IFSP-PTB; [alessandro.rosini@ifsp.edu.br](mailto:alessandro.rosini@ifsp.edu.br)  
Wesley Silvestre Rosa; IFSP-PTB; [w.silvestre@aluno.ifsp.edu.br](mailto:w.silvestre@aluno.ifsp.edu.br)  
João Victor Silva Pereira; IFSP-PTB; [joao.pereira2@aluno.ifsp.edu.br](mailto:joao.pereira2@aluno.ifsp.edu.br)  
Luis Henrique Leal Ferreira; IFSP-PTB; [luis.leal@aluno.ifsp.edu.br](mailto:luis.leal@aluno.ifsp.edu.br)

### RESUMO

Neste artigo, é feita uma análise a respeito da preservação da área que mantém o reservatório Billings com o objetivo de realizar uma proposta preliminar para auxiliar em sua manutenção. Utilizaram-se diferentes métodos de pesquisa, sendo eles: análises documentais, referências bibliográficas e a realização de uma pesquisa qualitativa, com 28 participantes. Pela análise da opinião popular, alcançada mediante pesquisa realizada com moradores do entorno da Billings, evidencia-se o anseio pela preservação da região, apesar de também ser notada falta de percepção dos moradores quanto à ilegalidade de algumas atividades. A respeito da preservação da área, a análise desenvolvida aponta para atividades divergentes do que é proposto em leis federais, estaduais e municipais, e aponta como principal falha a falta de monitoramento efetivo, que permite ações ilegais na região. Visando à resolução do problema destacado, propõe-se uma solução tecnológica, a saber, um sistema que permita o monitoramento via drones, bem como a criação de um canal para concentração de denúncias. A contribuição da implementação do sistema proposto será permitir o controle social, a redução de custos públicos com a preservação da fauna e da flora local, assim como da biodiversidade da região e sua manutenção para as futuras gerações.

**Palavras-chave:** tecnologia, monitoramento, legislação ambiental, georreferenciamento, preservação.

**Data de recebimento:** 28/04/2023

**Data do aceite de publicação:** 10/06/2023

**Data da publicação:** 10/07/2023

## AN ANALYSIS OF THE USE OF TECHNOLOGY FOR ENVIRONMENTAL PRESERVATION AT THE BILLINGS RESERVE

### ABSTRACT

In this article, an analysis is made regarding the preservation of the area that holds the Billings reservoir in order to make a preliminary proposal to assist in its maintenance. Different research methods were used, namely: documental analysis, bibliographical references and the accomplishment of a qualitative research, with 28 participants. By analyzing popular opinion, achieved through a survey carried out with residents around Billings, the yearning for preservation of the region is evident, despite the lack of perception of residents regarding the illegality of some activities. Regarding the preservation of the area, the analysis points to activities that differ from what is proposed in federal, state and municipal laws, and points out as the main flaw the lack of effective monitoring, which allows illegal actions in the region. Aiming at solving the highlighted problem, a technological solution is proposed, namely, a system that allows monitoring via drones, as well as the creation of a channel for concentrating complaints. The contribution of implementing the proposed system will be to allow social control, the reduction of public costs with the preservation of the local fauna and flora, as well as the biodiversity of the region and its maintenance for future generations.

**Keywords:** technology, monitoring, environmental legislation, georeferencing, preservation.

### 1 INTRODUÇÃO

Busca-se, no presente artigo, ressaltar a importância de conciliar a tecnologia digital e a preservação ambiental no entorno da represa Billings, o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo, localizada no extremo sul do município de São Paulo/SP.

O objetivo geral é evidenciar a necessidade de ações efetivas na preservação da represa Billings e propor uma medida tecnológica para auxiliar nesse combate. Para atingir o objetivo geral, foram catalogados os seguintes objetivos específicos, que determinam as etapas do estudo proposto: 1. Analisar o impacto do desmatamento e as práticas ilegais na região; 2. Demonstrar os anseios da população de participar na proteção do manancial; 3. Propor ferramentas tecnológicas que ajudem no monitoramento da Reserva.

Mediante análise documental, de aerofotografias da área verde do entorno do manancial e de anúncio de venda de área de proteção, apontou-se a realização de atividades ilegais na área. Essas atividades são percebidas na Billings como consequência de um ineficiente monitoramento e controle dos recursos naturais do reservatório.

Pensando na função social do reservatório e na integração das ferramentas tecnológicas com as necessidades sociais, propõe-se uma solução tecnológica, a saber, um sistema que permita o monitoramento da área de maneira remota, contínua e acessível tanto para os órgãos públicos quanto para a população engajada na preservação da Billings. Esse um sistema geoespacial de monitoramento remoto, denominado Athene, terá a função de coletar imagens espaciais que podem ser disponibilizadas para a população.

A ideia é que os órgãos públicos tenham uma plataforma web gratuita, disponível para todos os cidadãos com as imagens captadas pelos drones, que possibilitarão a construção de informações e análises da Billings, permitindo, assim, o controle do reservatório em tempo real, otimizando-se o tempo de resposta dessas entidades, se houver algum crime ambiental ocorrendo no bioma.

Percebe-se uma grande aceitação da população na implementação desse sistema de monitoramento e concentração das informações em uma plataforma digital, como reflete a pesquisa qualitativa com 28 participantes, a ser apresentada. Em tal pesquisa, constata-se que

os moradores acreditam que a tecnologia proposta pode ajudar no controle dos problemas da região. O estudo também ressalta que a plataforma pode ser utilizada como um meio digital para conscientizá-los de pautas ambientais por meio de cursos e palestras acerca do tema.

Deste modo, a contribuição social do presente artigo é propor um artefato digital de monitoramento e controle dos mananciais, em específico para o reservatório Billings. Esse artefato será uma ajuda aos órgãos públicos para que possam zelar pelos recursos hídricos de forma eficiente, assegurando o abastecimento de todos os indivíduos que dependem deles. Além disso, defende-se que a construção deste mecanismo de controle e monitoramento permitirá autonomia e transparência quanto aos processos que ocorrem na Billings.

O artigo divide-se em algumas seções: (i) introdução, que se refere a presente seção, na qual se estabelece a finalidade da pesquisa; (ii) referencial teórico, na qual estão contidas as principais referências do artigo, sendo ela subdividida em duas partes, a primeira trata sobre a bacia hidrográfica da Billings e sobre a represa, caracterizando o local onde está inserido o reservatório, e a segunda parte demonstra o embasamento legal para a preservação do reservatório, dividindo-se em leis federais, estaduais e municipais; (iii) metodologia, ou métodos e técnicas de pesquisa, é a seção que mostra o passo a passo da pesquisa, mais especificamente, os métodos utilizados na coleta de informações; (iv) resultados e discussão, é a seção que apresenta as principais discussões acerca do reservatório, bem como as considerações e soluções levantadas sobre os problemas da represa, dividindo-se em duas partes, a primeira, uma análise das entrevistas, portanto, apresentação do questionário realizado e, na segunda há a proposição de um sistema de monitoramento remoto via drones no reservatório Billings; (v) conclusões e recomendações, realiza um fechamento da análise apresentada; e (vi) referências bibliográficas revisadas, aponta as principais fontes estudadas na produção deste artigo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Para que se possa compreender mais detalhadamente os aspectos relacionados a represa Billings, este capítulo será dividido em duas seções: i) a primeira seção será voltada para o Reservatório Billings, abordando aspectos geográficos da represa até os recentes problemas que o aflige; ii) a segunda seção diz respeito aos aspectos positivos sobre os mananciais, portanto, as leis que protegem esse recurso natural primordial para todos os seres vivos.

### **2.1 BACIA HIDROGRÁFICA BILLINGS**

Para compreender a importância do Reservatório Billings, é necessário saber as características da bacia hidrográfica Billings. Sabe-se que ele tem uma importante localização e uma grande extensão territorial, pois transpassa por diversos municípios, sendo também composto por diversos rios que abastecem a grande São Paulo como, por exemplo, o Rio Grande, o Rio Taquacetuba e o Córrego Alvarenga, dentre outros. Segundo Capobianco e Whately (2002):

Capobianco e Whately (2002) descreveram que a Bacia Hidrográfica da Billings ocupa uma área de 58.280,32 hectares (582,8 km<sup>2</sup>) na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, fazendo limite a oeste com a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga e ao sul com a Serra do Mar. A área de drenagem da bacia abrange integralmente o município de Rio Grande da Serra e parcialmente os municípios de Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo (p. 13-14).

Quando se pensa na quantidade de municípios que a represa abarca, entende-se a necessidade de proteger e assegurar que o manancial Billings cumpra com sua função social, sendo uma obrigação assegurar a qualidade das águas da represa para todos os seres vivos que

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

usufruem desse importante recurso natural localizado em área de Mata Atlântica. Segundo Capobianco e Whately (2002):

De acordo com Capobianco e Whately (2002), a Bacia Hidrográfica da Billings está localizada no Domínio da Mata Atlântica e sua área original era coberta por floresta ombrófila densa. Em 1999, segundo análise de imagem de satélite realizada pelo Instituto Socioambiental, cerca de 53% da área da bacia era coberta por vegetação natural, principalmente por Mata Atlântica secundária em estágio médio e avançado de regeneração, sendo que as porções sudeste, sul e sudoeste apresentaram maiores quantidades de vegetação (p. 13-14).

Deve-se levar em consideração na preservação da Billings que o reservatório encontra-se em bioma de Mata Atlântica, que é um dos ecossistemas que possuem uma das maiores diversidades de fauna e flora no país, recursos naturais os quais são essenciais para a sobrevivência do mundo animal e vegetal e, por essa razão, devem ser preservados o máximo possível.

Pensando nesse quesito de preservação da Mata Atlântica, entende-se que é necessário que se proteja esse bioma tão ameaçado e que contém tanta diversidade biológica, tendo também como consequência desta ação de proteção do bioma a proteção do manancial, pois, nesse processo, assegura-se que as matas ciliares estejam seguras. Lembrando que as matas ciliares que compõem os rios são primordiais para que possa ocorrer a proteção natural do rio, sendo ela, também, uma fonte rica de alimentos para os animais que residem nesse local. Segundo Campanili (2010):

Campanili e Schaffer (2010) afirmaram que a ausência das matas ciliares acarreta na poluição e assoreamento de rios, lagos e represas, tornando a agricultura e o abastecimento de água inviáveis para a população. Além disso, a falta de vegetação nos topos de morros e áreas íngremes deixa populações vulneráveis em épocas de chuvas, quando as encostas desprotegidas deslizam e causam prejuízos econômicos, sociais e ambientais (p. 16-17).

Em relação às matas ciliares da Billings, vale ressaltar que elas são a principal proteção para os rios, pois impedem que os resíduos trazidos pela chuva caiam na represa, sendo tais resíduos em excesso prejudicial à qualidade da água. Além disso, elas impossibilitam que os rios sofram de assoreamentos causados em decorrência, justamente, da falta de proteção. Portanto, pode-se concluir que a vegetação nativa tem uma importância inegável quanto aos benefícios gerados e, por isso, devem ser monitoradas para garantir a efetividade e pleno funcionamento do ecossistema, garantindo que ele não seja depredado por ações humanas.

Deve-se levar em conta também outro processo que intensificou o desmatamento das matas ciliares: a expansão urbana. Segundo Capobianco e Whately (2002), o avanço da urbanização e de outras atividades antrópicas têm levado ao desmatamento acelerado dos biomas. Os autores ressaltam que, em alguns trechos da Bacia da Billings, a vegetação começa a ficar restrita a manchas isoladas ao longo do reservatório, apontando ainda que existem sub-bacias com elevada concentração de urbanização, como é o caso da região do município de Diadema, porção norte da Bacia, onde a vegetação é praticamente inexistente. Portanto, pode-se observar que, em função do desmatamento na Billings, a proteção do manancial reduziu-se consideravelmente, sendo necessário investir o quanto antes na proteção da vegetação local sobrevivente.

Além disso, esse processo de urbanização desenfreado no reservatório Billings causou um intenso processo de grilagem na região, ocasionando em constantes crimes ambientais na fauna e na flora, que serão abordados mais adiante neste artigo.

## 2.2 REPRESA BILLINGS

Segundo Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista - Consórcio Hidroplan (1995), a represa Billings é de suma importância para São Paulo, pois é o maior reservatório de águas da região Metropolitana de São Paulo, ajudando no abastecimentos de grandes rios como, por exemplo, o Rio Tietê e o Rio Pinheiros. De acordo como o Consórcio Hidroplan (1995):

De acordo com o Consórcio Hidroplan (1995), a represa Billings é o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo, com um espelho d'água de 10.814,20 ha, correspondendo a 18% da área total de sua bacia hidrográfica. O nível d'água do reservatório varia bastante em função do bombeamento das águas dos Rios Tietê e Pinheiros, sendo que o nível d'água máximo normal é na cota 747,65, conforme dados do IBGE.

Nesse cenário, pode-se perceber que a Billings é de suma importância para as regiões Metropolitanas de São Paulo, pois ela é a maior reserva de água que o Estado de São Paulo possui, pertinente em caso de grandes crises hídricas como as que o país já enfrentou por diversas vezes. De acordo com Capobianco e Whately (2002), a área ocupada atualmente pela Represa Billings foi inundada a partir de 1927, com a construção da Barragem de Pedreira, no curso do Rio Grande, também denominado Rio Jurubatuba. Ele salienta que, com o intuito de aproveitar as águas da Bacia do Alto Tietê com a finalidade de gerar energia elétrica na Usina Hidrelétrica de Henry Borden (UHE), em Cubatão, a empresa Eletropaulo decidiu criá-la, aproveitando-se do desnível da Serra do Mar e, assim, gerar energia elétrica nas regiões Metropolitanas de São Paulo.

Com o adensamento populacional, começaram diversos problemas estruturais na região, sendo um deles de suma importância, a falta de coleta de esgotos, isto é, os dejetos eram descartados diretamente no reservatórios Billings e acabavam poluindo-o, comprometendo, assim, a qualidade da água.

Em decorrência da poluição ocasionada pela falta de saneamento na região, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) precisou começar a fiscalizar e agir na remoção da poluição local, passando a desenvolver práticas que impedissem a continuação desses atos, luta que persiste até os dias atuais.

Segundo a BBC News (2022), o estado de São Paulo chegou a registrar alarmantes multas no ano de 2021. A reportagem realizada demonstra que foram aplicadas multas que se somadas chegam até aproximadamente R\$300 mil, sem contar com as remoções de 151 empreendimentos irregulares. Tendo em vista os dados citados pela BBC, pode-se intuir que as multas e medidas penais acontecem, mas elas não impedem que as ações ilegais continuem na área.

Além disso, evidencia-se na reportagem um grande problema quanto à punição dos infratores, a saber, não conseguem identificar os culpados na maioria dos casos em função da falta de monitoramento na região. Quando os órgãos públicos são notificados do ocorrido, os culpados já saíram da área sem deixar quaisquer rastros.

Em uma entrevista realizada pela Jovem Pan (2022), o presidente do Instituto Brasileiro de Proteção Ambiental (Proam), Carlos Bocuhy, ressalta que: “o que se nota hoje é um estado de impunidade, onde são terras griladas pelo crime organizado para fazer o loteamento”. Ele deixa claro que existe um grande problema de impunidade na região, em grande parte porque não existem provas suficientes para incriminar os envolvidos.

Pensando nisso, pode-se estabelecer uma relação entre as moradias irregulares, que desmatam as matas ciliares, com os grileiros, que realizam o loteamento das áreas de preservação ambiental. Esses criminosos, os grileiros, invadem áreas indevidas, depredando

todo o bioma para “abrir espaço” para a venda de terrenos em áreas de preservação por valores muito abaixo dos oferecidos no mercado.

Assim, os grileiros lucram financeiramente com as pessoas que adquirem esses terrenos, sendo que, em algumas situações, os envolvidos gastam todo o recurso financeiro que possuem na compra do que é, muitas vezes, seu primeiro imóvel próprio, ainda que saibam do risco de o perder.

Depois, quando os órgãos fiscalizadores têm ciência dessas ocupações, não podem simplesmente tirar essas famílias da sua única moradia. É importante ressaltar que ter moradia e dignidade humana é um direito que consta em lei. Portanto, a menos que exista outro local onde elas possam se abrigar, não é possível tirar essas pessoas das áreas de proteção facilmente, criando-se um problema público de difícil resolução e que envolve grandes gastos financeiros.

Vale ressaltar, também, que as pessoas que compram essas moradias são motivadas por diversas razões, podendo ser desde a falta de renda para migrarem para outras áreas, até pessoas com alto poder aquisitivo que agem de má fé.

Em sua entrevista, Carlos Bocuhy, prossegue dizendo que: “Um loteamento clandestino é mais rentável do que o tráfico de drogas e isso está comprovado nos anais da Polícia Civil”, portanto, torna-se evidente que os loteamentos irregulares são muito rentáveis para os criminosos, chegando a ultrapassar até mesmo a venda de drogas ilícitas no país que movimentam milhões de reais (JOVEM PAN, 2022, n.p.). Deste modo, percebe-se a necessidade de utilizar tecnologias de monitoramento como ferramenta de combater esse grande problema de grilagem nas áreas de preservação que produzem tanto bem para a humanidade.

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

A imagem abaixo ilustra um dos loteamentos irregulares em áreas de preservação ambiental que foi desapropriada:

Figura 1: Área de invasão em mata ciliar



Fonte: Google Earth. Website. <http://earth.google.com/>, 2010.

Nesta imagem as linhas amarelas formam uma borda no entorno do texto, intitulado “invasão”, no qual se aponta “área desapropriada, Decreto nº 31.942, de 24/07/1990”. Essa área referida no texto diz respeito às casas observáveis à esquerda da imagem, que ocupam área de preservação. Explicita-se por ela como foi impactado o entorno do Reservatório, tendo em vista que a imagem sintetiza um de seus braços, em que áreas de proteção ambiental foram vítimas de invasões irregulares. Observa-se que as áreas que deveriam ser protegidas vêm sendo cada vez mais ocupadas e degradadas, sem a proteção necessária das entidades públicas.

Demonstra-se, assim, o avanço da urbanização em locais protegidos, sendo possível interpretar que, até que ocorresse o processo de desapropriação da área judicialmente, já existiam inúmeras famílias morando em locais que atingem matas ciliares. Ou seja, o processo de fiscalização demorou tanto tempo, que o bioma já foi devastado e as pessoas já estão residindo no local há bastante tempo, restando somente uma parte do braço para proteção.

Lembrando que, se existisse um monitoramento mais efetivo na Billings, as invasões já teriam sido suprimidas sem tantas complicações, assim como já teria sido feita a recuperação dessas áreas, que foram devastadas no processo de invasão. Por isso, propõe-se um meio possível de monitoramento da Billings, através de drones controlados remotamente que captam provas instantâneas de ações ilegais no reservatório e permitem ações mais rápidas quanto a esse problema, podendo também ser criada, posteriormente, uma plataforma para exibir essas atitudes governamentais à população.

Argumenta-se que existem formas de provar as vendas ilegais de terrenos e, consequentemente, evitar tanto desmatamento no reservatório com a fiscalização apropriada e constante, tornando assim, as informações mais rápidas e efetivas. Defende-se a hipótese de que, se existisse um monitoramento mais constante na região, o número de grileiros iria cair consideravelmente. Sem contar que as pessoas não iriam precisar se expor tanto ao denunciá-

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

los, correndo risco de vida, pois os próprios órgãos públicos estariam mais cientes das ações que aconteceriam no reservatório.

Mais um agravante é percebido pela Figura 2, um exemplo de pretensão de invasão de terrenos em matas ciliares:

Figura 2: Área de mata ciliar que se pretende lotear



Fonte: ação civil pública: nº 1052865-33.2014.8.26.0053.

- Em vermelho, mata atlântica;
- Em azul, áreas de recarga hídricas, nascentes e córregos;
- Em amarelo, terreno que pretende se lotear.

Pelas pesquisas documentais na ação civil pública, nº 1052865-33.2014.8.26.0053, constatou-se a seguinte análise: a parte em vermelho demonstra a área de mata atlântica, a qual deve ser preservada de acordo com a Constituição Federal, por ter como função resguardar a qualidade do manancial.

A parte contornada em amarelo, as áreas que são alvo de invasão, é o terreno que pretende ser loteado, desrespeitando as leis de proteção dos mananciais. Nota-se, também, que algumas áreas já foram invadidas pelo processo de urbanização desenfreado, sendo perdida, assim, uma parte considerável de sua biodiversidade, sendo esse o futuro das áreas preservadas, caso não exista resposta ativa aos grileiros por parte das entidades públicas.

A parte em azul diz respeito às áreas de recarga hídrica, nascentes e córregos que precisam de cuidados. Elas são somente uma base geográfica para que se possa identificar as áreas hídricas da Billings. Existe a preocupação com o cenário urbano atual da Billings, pois os prejuízos ambientais vêm sendo sentidos pela população e, principalmente, pela natureza, que pode perder toda sua função para com a sociedade em decorrência do desmatamento da região.

Conclui-se, assim, que um dos grandes problemas da Billings é, efetivamente, a falta de fiscalização, pois a falta desta ação é a pioneira para permitir que ocorram outros crimes no local. Espera-se uma posição ativa dos órgãos públicos na proteção dos recursos hídricos que abastecem toda a população, providenciando medidas que resolvam o problema da melhor maneira possível. Medidas que podem ser feitas tanto por meio de fiscalização e controle, como com mecanismos que incentivem as denúncias de desmatamentos, combatendo com mais



rapidez as grilagens e, principalmente, a poluição e degradação do bioma de maneira mais rápida e eficiente, já que essa atitude é extremamente importante para preservar áreas de mananciais, que são severamente atacadas apesar de, por lei, deveriam ser protegidas.

### **2.3 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL PARA PRESERVAÇÃO DO RESERVATÓRIO DA BILLINGS**

Existem direitos positivados na Constituição Federal que não são negociáveis sob nenhuma hipótese, um desses direitos é à vida. Esse direito está assegurado tanto para as presentes quanto para as futuras gerações. Ele se apresenta quando se positivam leis que protegem os recursos naturais, portanto, os patrimônios naturais como, por exemplo, os recursos hídricos. Pensando nisso, esta seção irá explicitar os principais tópicos da legislação municipal, estadual e federal que se propõem a regular e recuperar os mananciais.

#### **2.3.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL**

Quando se pensa em normas federais, sabe-se que a Constituição Federal é a principal ferramenta reguladora, pois designa normas gerais que devem ser adotadas por todos os estados. Justamente por esta característica, tende a ser mais abrangente quanto às suas normas, pois pretende proporcionar uma maior autonomia para os estados e municípios.

Em relação às leis voltadas para a preservação do meio ambiente, na Constituição Federal, existe o Capítulo VI, voltado para as pautas ambientais de maneira genérica, mas que permite um norteamento para os entes federativos. O artigo 255 da Constituição Federal, diz que:

Conforme a Constituição Federal de 1988, "todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" (Brasil, 1988, Art. 225).

Portanto, a lei assegura o direito de ter um ambiente ecológico preservado. Esse ambiente pode ser entendido como biomas cuidados, sem poluição ou qualquer ação humana que prejudique a fauna ou flora. Nesse sentido, incorpora-se como meio ambiente todos os recursos naturais dos quais a humanidade usufrui, principalmente, os recursos hídricos, tão essenciais para todas as gerações. Se relacionado ao manancial Billings, é um argumento de defesa tanto do bioma de mata atlântica quanto do recurso hídrico de qualidade do reservatório.

Ainda nesse capítulo, pode-se observar outros artigos que fortalecem o raciocínio de preservação do manancial como, por exemplo, o sétimo, que alega a legitimidade de proteção tanto para a fauna quanto para a flora, pois entende-se que a falta dessa ação acarreta na extinção de diversas espécies que compõem a cadeia alimentar de outros animais, incluindo a do próprio ser humano. Segundo a Constituição Federal, o artigo sétimo, é necessário:

De acordo com a Constituição Federal de 1988, é dever do Poder Público, entre outros, "proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade" (Brasil, 1988, Art. 225, VII).

Deste modo, percebe-se que existe na constituição uma preocupação quanto à proteção e manutenção dos ecossistemas. O país tem a obrigação de evitar danos aos biomas a fim de evitar a extinção ou prejuízo às espécies animais e vegetais, devendo tomar as medidas cabíveis para que se utilize todos os recursos disponíveis na sociedade nessa causa, sejam eles materiais ou imateriais.

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

Quando se pensa na utilização dos recursos imateriais para a preservação ambiental, pode-se pensar em estimular os sentimentos dos seres humanos quanto à proteção desses recursos, portanto, mecanismos que reforcem as emoções positivas quanto à proteção da natureza. No que diz respeito aos recursos materiais, pode-se pensar nas ferramentas tecnológicas que podem ser apoios importantes na preservação ambiental, pois facilitariam o processo de monitoramento e controle dos ativos, assim como também seriam um canal de transmissão de informações e capacitações relevantes sobre o tema, a fim de se ter uma sociedade mais ecologicamente equilibrada e informada, mentalidade que se reforça com o sexto artigo da Constituição Federal:

De acordo com a Constituição Federal de 1988, é dever do Poder Público, entre outros, "promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente" (Brasil, 1988, Art. 225, VI).

As ferramentas tecnológicas como as plataformas digitais, quando possível ter o acesso, são um meio de comunicação eficiente quanto ao repasse da educação de maneira rápida, acessível e de largo alcance, pois permite chegar a várias pessoas instantaneamente, podendo contar até mesmo com a interação das pessoas de forma online. Deste modo, nota-se que a tecnologia tem um papel importantíssimo de ser um instrumento que auxilie a humanidade a se tornar cada vez melhor e mais consciente ambientalmente.

Essas ferramentas tecnológicas podem ser usadas em diversas situações que beneficiem a sociedade, seja para fins sociais e culturais, ou para fins punitivos como, por exemplo, ajudar a combater ações criminosas com monitoramento remoto. Defende-se que devem ser tomadas as medidas coercitivas da melhor maneira possível e com o máximo de ferramentas disponíveis, para que, assim, se garanta a eficiência do processo de punição aos infratores que cometem danos aos biomas, em relação à positivação da lei de punição, a Constituição Federal, salienta que:

De acordo com a Lei nº 6.938/1981, "as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados" (Brasil, 1981, Art. 3º, §3º).

Sendo assim, em vista das partes selecionadas da Constituição Federal, calçou-se primeiro na necessidade e importância da vegetação nativa do manancial. Na consequência, ressaltou-se a importância da diversidade biológica, bem como da conscientização dessa ação de preservação, com a ajuda de ferramentas tecnológicas na proteção da natureza. E, por fim, demonstrou-se medidas coercitivas legalizadas, caso os recursos naturais não sejam respeitados.

### 2.3.2 LEGISLAÇÃO ESTADUAL

Pensando nas especificidades legais do Estado de São Paulo, as leis estaduais de proteção e recuperação dos mananciais de referência para o reservatório Billings são as leis: 9.866, de 28 de novembro de 1997 e a Lei Específica Estadual APRM B 13.579, de 13 de julho de 2009, que foi regulamentada pelo Decreto Estadual 55.342, de 13 de janeiro de 2010. Essas leis foram estabelecidas para atender às questões especificadas em toda a sub-bacia hidrográfica Billings, a fim de cumprir o decreto federal de proteção dos recursos naturais citados na Constituição Federal.

A primeira, lei 9.866, de 28 de novembro de 1997, segundo a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, refere-se às diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. Portanto, estabelece as principais regras a serem seguidas quanto aos mananciais.

Ressaltam-se nessa lei os principais pontos de apoio para que se preserve e recupere as bacias hidrográficas dos mananciais e aponta-se a importância dos recursos hídricos no abastecimento regional. De acordo com o artigo 1º da lei 9.866, de 28 de novembro de 1997:

Lei nº 9.433/97, Artigo 1º: Esta lei estabelece diretrizes e normas para a proteção e a recuperação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento das populações atuais e futuras do Estado de São Paulo, assegurados, desde que compatíveis, os demais usos múltiplos.

Percebe-se que a lei estadual está alinhada quanto à necessidade de proteção dos recursos naturais, em específico, dos recursos hídricos que são de imenso valor para os interesses regionais. Vale ressaltar também que a proteção dos mananciais garante em lei o abastecimento das atuais e futuras populações do Estado de São Paulo, visando ao bem comum, e esse ativo a longo prazo coloca-se como um bem importante para a sociedade brasileira.

O segundo estabelece uma relação super importante entre o desenvolvimento socioeconômico e o meio ambiente. O artigo 2º, diz que:

Lei nº 9.433/97, Artigo 1º, Inciso II: Compatibilizar as ações de preservação dos mananciais de abastecimento e as de proteção ao meio ambiente com o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento socioeconômico.

Em outras palavras, trata-se de conciliar as práticas ambientais, como o desenvolvimento sustentável no estado. A lei já propõe esse olhar criterioso quanto ao crescimento mais ecológico que, se bem administrado, pode ser uma valiosa fonte de renda para São Paulo. Ressalta-se que ambos os fatores devem ser planejados juntos, para que se possa construir uma cidade mais consciente e equilibrada.

Contudo, caso as designações de boas práticas ambientais conciliadas com o desenvolvimento econômico não sejam seguidas, medidas coercitivas e punitivas devem ser tomadas para assegurar o bioma e evitar danos à diversidade local, assim como custos exorbitantes com o reflorestamento e tratamento das águas para tentar recuperar a área desmatada. O artigo que aborda as disposições legais para aplicação de sanções é o artigo 36º, lei 9.866, de 28 de novembro de 1997:

A Lei Específica Estadual APRM B 13.579, de 13 de julho de 2009, Artigo 36 - Os infratores das disposições desta lei e das leis específicas das APRMs, pessoas físicas ou jurídicas, ficam sujeitos às seguintes sanções, sem prejuízo de outras estabelecidas em leis específicas:

Nele, contêm-se as especificações de como serão as medidas punitivas em caso de crimes ambientais aos recursos hídricos que possuem função ambiental no Estado de São Paulo. As medidas variam desde multas, até a demolição de construções irregulares, variando de situação para situação, podendo ser movidas sanções tanto para pessoas físicas quanto para pessoas jurídicas.

Em complemento à lei acima, a Lei Específica Estadual APRM B 13.579, de 13 de julho de 2009, traz as especificações técnicas de como devem ser ocasionadas as ações de planejamento e cuidado, para que seja efetiva a proteção do manancial Billings.

### **2.3.3 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL**

Em relação à lei voltada para o município, usou-se como embasamento o plano diretor de São Paulo (2014). Ele é o documento que rege o crescimento na cidade de maneira sustentável. Esse instrumento é importante para integração das pautas de sustentabilidade com a participação da população, isto é, o plano diretor de São Paulo (2014) é de caráter participativo, as pessoas podem opinar nas pautas abordadas para o município de São Paulo, sendo importante ressaltar que ele é obrigatório nas cidades com mais de vinte mil habitantes.

O plano estabelece as diretrizes gerais de como será o desenvolvimento das funções sociais da cidade, dando-lhes a garantia do bem-estar de seus habitantes junto com a participação popular para pensar as ações voltadas para a proteção ao meio ambiente. Os municípios, para serem executores das políticas de incremento urbano, devem ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e precisam buscar, sobretudo, uma atividade urbanística voltada ao parcelamento do solo urbano adequado a dar efetividade à garantia da cidade sustentável, inclusive no que se refere ao direito ao lazer para as presentes e futuras gerações (art. 2o, I da Lei no 10.257/2001- Estatuto da Cidade).

Contudo, na Billings, percebe-se uma realidade contrária às designações do plano diretor de São Paulo (2014). Em relação ao crescimento urbano, observou-se um descontrole da urbanização e desproteção ao meio ambiente, pois o processo de ocupação se deu de forma desordenada e com diversos danos à fauna e flora local, que, em algumas áreas, já é quase inexistente.

A fiscalização da represa mostrou-se ineficiente, pois ocorre de maneira muito tardia, quando ocorre, perpetuando um estado de impunidade para os infratores, deixando ser devastado o maior reservatório de água do estado de São Paulo e permitindo danos à biodiversidade local, que deveria estar sendo assegurada para as futuras gerações.

Percebeu-se, também, que, na maioria dos casos, os criminosos que desmatam o reservatório da Billings, fazem-no no intuito de abrir espaço para construções irregulares nas margens dos rios. Como não tem uma fiscalização eficiente no local, conseguem realizar tal crime sem maiores problemas.

Uma entrevista realizada pela Jovem Pan (2022) com moradores locais demonstra que há desmatamento, provocado por pessoas que ateam fogo com o objetivo de abrir espaço para construções ilegais de residências. Essa prática gera uma grande quantidade de entulho, que é utilizado para assentar o terreno a fim de facilitar a venda de mais terras.

Outra constatação importante que se pode fazer é a de que as ocupações irregulares são praticadas por pessoas com alto poder aquisitivo, que se aproveitam da atual crise econômica nacional e buscam obter lucros milionários com o parcelamento clandestino de grandes glebas, com a filiação de grupos criminosos de grileiros e loteadores que invadem essas terras para, de maneira ilegal, usufruírem pessoalmente de bens que pertencem a toda a sociedade, e não somente a um grupo de pessoas.

A falta de fiscalização precisa ser solucionada, as entidades responsáveis pelos cuidados dos recursos hídricos precisam fazer com que se cumpram as leis designadas de proteção aos mananciais. É necessária a realização de ações que combatam o desmatamento e a grilagem na região, precisando ser tomadas medidas públicas o quanto antes. Por isso, propõe-se um sistema que forneça monitoramento instantâneo, que permite fiscalizar e controlar a Billings.

### 3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente artigo foram utilizados três métodos de pesquisa: análise documental, referência bibliográfica e aplicação de questionário online. As etapas de cada ferramenta serão explicadas a seguir.

A primeira etapa da metodologia foi realizar pesquisas online com indivíduos que moram na região do reservatório Billings. A pesquisa foi aplicada a 28 moradores via internet para entender com mais precisão quais são os anseios da população local e quais os principais problemas do reservatório. Segundo (Gil, 2008), o estudo de campo procura o aprofundamento de uma realidade específica. Realizada por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes-chave, as pesquisas aplicadas forneceram indicadores locais para uma análise mais detalhada da região. Dito isso, a pesquisa aponta que a realidade da represa se mostra vulnerável e degrada, com uma enorme carência de monitoramento das atividades ilegais da região. Vale ressaltar também que, pela quantidade baixa de respondentes, essa pesquisa classifica-se como qualitativa.

A segunda etapa concentrou-se em buscar informações em documentos online e físicos sobre o manancial da Billings, portanto, a realização de análise documental. Segundo Lakatos e Marconi (2003), existem dois grupos de documentos, sendo eles o dos documentos escritos e o dos documentos iconográficos. Os escritos são aqueles documentos parlamentares, documentos jurídicos, fontes estatísticas, publicações administrativas, documentos particulares, entre outros. Já os documentos iconográficos são aqueles compostos por imagens, desenhos e pinturas.

Durante esse processo de pesquisa, levantaram-se dados geográficos do manancial inteiro da Billing, porém, mais aprofundado no braço da Billings localizado na Cidade Ademar, visando os problemas ambientais ocorridos no reservatório para que, assim, pudesse ser realizada uma análise, posteriormente. Laville (1999) explica que a pesquisa documental é também o trabalho de análise, que se inicia com a coleta dos materiais, não é acumulação cega e mecânica. Portanto, para entender o espaço da Billings, precisou-se compreender o máximo de fenômenos que o compõem e, à medida que se coletaram as informações, elaborou-se a percepção sobre o fenômeno pesquisado.

Deste modo, identificaram-se problemas de controle e monitoramento dos recursos naturais. A partir deste ponto, a pesquisa concentrou-se em possíveis caminhos para a resolução das questões levantadas. Sendo assim, neste passo, as análises bibliográficas focaram nas ferramentas tecnológicas que poderiam ser utilizadas para ajudar os órgãos públicos a monitorar a área. Como resposta às pesquisas, chegou-se à conclusão de que o mecanismo digital mais eficiente no caso do problema levantado seria os veículos aéreos não tripulados, ou seja, os drones.

Nesta etapa, analisou-se, também por meio de documentos e pesquisa bibliográfica, a aplicação e importância dos Vants para o monitoramento e como este seria na reserva Billings. Segundo Sá Silva, Almeida e Guindani (2009), é um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos. Deste modo, foram considerados diversos documentos sobre essa tecnologia para analisar se ela poderia ser, efetivamente, aplicada no entorno da Billings.

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

Assim que estudados os principais pontos quanto aos drones e às especificidades do reservatório, foi necessário, por fim, entender também quais são os aparatos legais que asseguram a integridade dos recursos hídricos e a possível implementação do sistema de monitoramento e controle via drone, sendo estudadas a constituição municipal da cidade Ademar, a constituição estadual de São Paulo e a constituição federal.

Por fim, acredita-se que o próximo passo de pesquisa será o de criação e aplicabilidade do artefato que poderá sanar as necessidades do reservatório Billings. Nesta etapa, será analisada a aplicação do drone durante um determinado tempo de monitoramento, para que se possa desenvolver um protótipo de uma página na web ligada ao monitoramento da Billings. Assim, por meio de veículos aéreos não tripulados (drone), será realizada uma análise da efetividade do uso desta ferramenta tecnológica.

Se efetiva a análise, o próximo passo será apresentar o artefato às entidades competentes para que considerem a eficiência do produto criado, possibilitando, assim, que, por meio de ocorrências (denúncias contínuas), a ferramenta desenvolvida retorne-se um bem para a sociedade.

### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste capítulo, serão apresentadas as discussões acerca do problema de monitoramento encontrado no manancial da Billings, mais especificamente, em um dos subs braços de água, localizado na cidade Ademar. Na primeira etapa, será apresentada a pesquisa qualitativa realizada como a população local e, por fim, será proposta uma ferramenta tecnológica para auxiliar na resolução do problema encontrado, que é a utilização dos drones para monitoramento do reservatório e criação da plataforma web.

#### 4.1 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

A entrevista ocorreu entre os meses de agosto e novembro de 2022, de maneira remota, pelas redes sociais nos grupos de moradores locais, sendo importante ressaltar que os próprios participantes apontavam a região da qual faziam parte. O questionário foi aplicado no intuito de compreender com mais clareza o posicionamento das pessoas da região, pois elas interagem diretamente com o reservatório.

A pesquisa de campo consistiu em um conjunto de perguntas fechadas e abertas, que foram formuladas com o objetivo de entender: i) como é a percepção local acerca da importância do reservatório; ii) entender qual é a percepção dos entrevistados com relação à preservação dos órgãos públicos; iii) constatar se existe ou não a vontade e disponibilidade de participar nesse processo de proteção ao manancial, com denúncias online ou acompanhamento das notícias sobre o reservatório; e iv) aceitação ou rejeição à proposta de criação de um espaço que permitisse realizar críticas e sugestões sobre as ações ocorridas na Billings, afinal a população, de maneira geral, conhece os problemas locais por meio da vivência empírica e não somente por pesquisas realizadas a distância, por publicações ou vistorias realizadas esporadicamente.

Vale ressaltar que a ferramenta utilizada para aplicação do questionário foi um meio de fácil acesso e gratuito, a saber, o formulário do Google. Foram elencadas seis perguntas de acordo com os objetivos específicos estipulados no início do artigo, devendo ser explicitado que, ao final de cada pergunta, existia um parágrafo aberto para sugestões e críticas.

As perguntas foram pensadas em conformidade com os aspectos legais, sociais e tecnológicos abordados ao longo do artigo. Ao menos uma das seis perguntas relaciona-se a um dos três temas acima, pois entende-se que é essencial que sejam planejadas possíveis soluções conciliando estes pilares da pesquisa.

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

A primeira pergunta era: “Você considera que a reserva Billings está sendo bem preservada?”. Formulou-se esse questionamento para compreender o posicionamento sobre a preservação local na Billings. Tentou-se estipular qual o nível de conhecimento da população em relação a esse aspecto do reservatório.

A segunda pergunta era: “Você acredita que a tecnologia pode ser um instrumento de preservação dos mananciais?”. Essa pergunta foi pensada com o objetivo de alcançar a percepção das pessoas em relação às ferramentas tecnológicas, pois, entendendo a mentalidade da população para com a tecnologia, tem-se uma noção, ainda que superficial, sobre como elas irão reagir no caso de implementação de um sistema de monitoramento na região.

A terceira pergunta era: “Se existisse um sistema de monitoramento instantâneo via satélite específico para a reserva Billings e acessível à população, você acompanharia?”. As pesquisas documentais e referências bibliográficas apontaram a necessidade de um sistema de monitoramento. Pensando nisso, tentou-se identificar qual seria a aceitação da população quanto à implementação desta ferramenta.

A quarta pergunta era: “Você acredita que a educação ambiental interfere na preservação dos mananciais?”. Esse questionamento surgiu em consonância à constituição federal, pois uma das obrigações dos governantes é justamente oferecer os mecanismos necessários na construção para o desenvolvimento de uma mentalidade educada ambientalmente.

Nessa mesma linha de raciocínio, pensou-se também na quantidade de informações errôneas sobre o tema que, por vezes, pode ocasionar em confusões sobre o que acreditar por causa das *fakenews*. Portanto, tentou-se entender a possibilidade de transmissão de informações confiáveis sobre educação ambiental por uma plataforma digital, que seria controlada e acessada pelas entidades públicas. Em paralelo a isso, essa pergunta tenta entender a demanda social por cursos e palestras de curta duração com temas voltados para as questões ambientais.

A quinta pergunta era: “Você acredita que poderia contribuir para melhorar a situação dos mananciais, especificamente, da reserva Billings?”. Sabe-se que sempre existe pontos a serem melhorados em todos os processos governamentais e, mesmo privados, os projetos sempre podem ser aprimorados. Pensando nisso, tentou-se observar se a amostra populacional participante estaria disposta a contribuir no combate aos problemas ambientais da Billings, pois uma sociedade digna e competente é construída com a participação de todos.

A sexta pergunta era: “É possível combinar meio ambiente e preservação com desenvolvimento econômico?”. A última pergunta trouxe em sua formação aspectos legais da preservação e recuperação de mananciais, ela ressalta a importância de planejar uma sociedade sustentável que alinhe a natureza e a economia. O intuito da utilização dessa pergunta foi a identificação da mentalidade dos participantes em relação ao crescimento sustentável, estimulando-os a sugerirem medidas que conciliem ambos os fatores.

As respostas eram fechadas para facilitar a análise. Elas poderiam ser sim, não e talvez, podendo ao final serem deixadas críticas e sugestões sobre a fiscalização e controle do reservatório, assim como outros pontos que achassem relevantes e que não foram levantados.

O formulário contou com a participação de 28 pessoas, moradores da região, sendo em sua maioria pessoas do Jardim Apurá e Parque Dorotéia. Abaixo há uma tabela com as perguntas e resposta obtidas:

Tabela 1 : Entrevistas realizada com moradores do entorno da Billings

**UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS**

QUESTÕES		RESPONDENTES		
		SIM	NÃO	TALVEZ
1	Você considera que a Reserva Billings está sendo bem preservada?	25	3	0
2	Você acredita que a tecnologia pode ser um instrumento de preservação dos mananciais?	27	1	0
3	Se existisse um sistema de monitoramento instantâneo via satélite específico para a Reserva Billings e acessível à população, você acompanharia?	19	2	7
4	Você acredita que a educação ambiental interfere na preservação dos mananciais?	26	1	1
5	Você acredita que poderia contribuir para melhorar a situação dos mananciais, especificamente, da Reserva Billings?	21	1	6
6	É possível combinar meio ambiente e preservação com desenvolvimento econômico?	26	1	1

Fonte: Elaboração Própria.

Ao contrário da expectativa, os moradores responderam que existe, sim, preservação da represa. Cerca de 89,3% se mostraram satisfeitos com o monitoramento da região, enquanto somente 10,7% mostraram-se insatisfeitos com as ações governamentais no reservatório.

Contudo, percebeu-se nas respostas abertas ao final do questionário que cerca de 50% dos entrevistados reclamaram da coleta de lixo na região, principalmente pela maneira como são deixados lixos ao redor da represa, porque, depois, quem precisa tirar são os próprios moradores em mutirão. Alguns apontam que são deixados até mesmo sofás de grande porte nas margens dos rios, outros, que sempre veem garrafas plásticas nas águas do reservatório. Ainda nessa pergunta, cerca de 18,80%, reclamam que faltam muitas árvores e áreas verdes próximo a represa e disseram que é necessário fazer mutirões com os outros moradores para amenizar a situação, sendo que cerca de 13,63%, ressaltaram falta de programas que ajudem a conscientizar os moradores sobre a importância do reservatório. O restante da amostra, 17,57%, preferiu não responder o parágrafo aberto para as críticas e sugestões.

Tendo em vista os resultados acima, pode-se perceber que, ao contrário das respostas dos entrevistados ao questionário fechado, eles percebem, sim, problemas de preservação da Billings no questionário aberto. Ainda que os entrevistados não vissem o problema de saneamento e de remoção da vegetação nativa como problemas ligados à falta de preservação, eles são problemas ambientais gravíssimos, que impactam diretamente a preservação do reservatório e do bioma. Pode-se perceber que existe a percepção, ainda que não explicitamente para os entrevistados, de descaso quanto à preservação da Billings.

No que diz respeito à informação da população sobre os aspectos voltados para a preservação ambiental, a pergunta quatro demonstra que eles têm interesse em aprender mais sobre o tema e a contrariedade em suas respostas evidenciam que eles precisam ter esse



## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

aprendizado, tendo em vista o resultado da primeira questão e os comentários no questionário aberto. A primeira pergunta diz respeito à percepção da preservação da represa, nela, cerca de 89,3% dos entrevistados disseram que a área está sendo bem preservada, mas, nas respostas abertas, essa mesma amostra demonstrou que cerca de 82,43% apontaram atos que se caracterizam como crimes ambientais como estratificado acima. Essa contradição indica que eles não entendem estes atos que comentaram como parte da falta de preservação da área. A falta de conhecimento sobre preservação ambiental se refletiu em suas respostas, demonstrando a necessidade de mais informações sobre o tema.

Os entrevistados mostraram-se interessados em saber mais sobre o tema, pois assim como suas respostas à questão quarto, eles sabem que isso impacta na forma como os mananciais são protegidos. Cerca de 92,9% afirmaram que a educação ambiental, de fato, interfere na preservação dos mananciais e somente cerca de 7,1% afirmaram que a educação ambiental não interfere na preservação. Nesta mesma amostra, observou-se também que as pessoas participaram de cursos ou palestras ambientais desde que fossem gratuitos, pois, para elas, somente assim seria possível incluir mais pessoas nesta causa.

Outra importante análise que foi possível realizar é em relação à mobilidade digital, os participantes se mostraram receptivos a artefatos tecnológicos. Eles se mostraram otimistas quanto à utilização de meios digitais para auxiliar na preservação da Billings. As respostas apontam que cerca de 96,4% dos entrevistados se mostraram favoráveis ao uso da tecnologia no reservatório e somente 3,6%, se mostraram receosos quanto à implementação da tecnologia na região.

Quando se perguntou especificamente sobre a implementação de um sistema de monitoramento remoto no reservatório e, posteriormente, sobre a possibilidade de monitorar junto com os órgãos públicos as ações destes órgãos, as amostras se mostraram bastante promissoras. Aproximadamente 67,9% dos entrevistados consideram que é uma boa alternativa para o controle das ações na Billings e cerca de 25% consideraram que talvez acompanhassem o sistema. Nas respostas abertas, eles afirmaram que é difícil acompanhar as notícias diariamente, mas que, às vezes, iriam conferir as ações na região e, por fim, somente 7,1% das pessoas disseram não ter interesse em saber dessas informações.

As pesquisas apontaram que 86% dos entrevistados têm interesse em aprender de maneira online sobre a preservação ambiental e em como ela interfere na natureza, outras ainda apontam que essa ação poderia ser em formas de cursos com a comunidade para inserir as crianças nessas pautas desde de pequenas, assim ajudaria também na conscientização das questões ambientais.

Finalmente, em relação à última pergunta sobre desenvolvimento sustentável, sobre a conciliação da natureza e da economia, cerca de 92,9% demonstram que concordam com a mentalidade de que é possível que ambas estejam alinhadas, sendo que 7,1% defenderam a ideia de que não tem como realizar tal feito, sendo necessário priorizar somente um dos itens citados acima. É interessante ressaltar que alguns entrevistados disseram que as ações pensadas nos dois fatores podem ser uma fonte de renda para a população como, por exemplo, com ações de revitalização que permitam a remuneração da população.

Deste modo, nota-se a necessidade de programas educativos e informativos, para que as pessoas passem a ter mais consciência social e participem com mais efetividade das atividades relacionadas aos programas ambientais. Salienta-se também que, com o planejamento adequado e comunicação, é possível desenvolver uma política socioambiental e econômica mais assertiva, com recursos que podem ser adquiridos por incentivo de empresas públicas e privadas, os quais poderiam ser destinados a ONGs que atuam diretamente no setor, para incentivo da aplicação da educação ambiental e de outros programas sociais que iriam conscientizar os moradores das regiões em mananciais.

#### **4.2 SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO VIA DRONES NO RESERVATÓRIO BILLINGS E CRIAÇÃO DE UMA PLATAFORMA DIGITAL**

O monitoramento via drones vem crescendo consideravelmente no Brasil, mostrando-se eficiente na captação de informações relevantes para proteção e preservação das áreas que o drone percorre. No caso do reservatório, os veículos aéreos não tripulados (drones) irão mapear toda a área com precisão das imagens capturadas. Portanto, será possível dar zoom sem perder a qualidade da imagem, podendo, assim, acompanhar de perto tanto os recursos naturais quanto as pessoas que trafegam ao redor do reservatório, possibilitando acumulação de informações.

As informações obtidas possibilitarão a identificação, por exemplo, de criminosos que destroem o bioma com o intuito de grilar as terras. O monitoramento remoto instantâneo permitirá identificar os infratores mais rápido, possibilitando que as entidades responsáveis tomem ações de maneira eficiente, levando em consideração que as imagens produzidas pelo drone serão provas concretas contra esses criminosos.

Defende-se a criação de uma plataforma na web para concentração de informações com relação ao manancial, tanto para os órgãos públicos quanto para a população. Acredita-se na inclusão digital como instrumento emancipador para a sociedade. Esse canal permitirá que qualquer indivíduo possa acompanhar e notificar os crimes contra a natureza. Ademais, quanto aos órgãos públicos que terão acesso a informações geográficas imediatamente, poderão, inclusive, evitar de maneira rápida danos ao bioma e utilizarem os dados como instrumento comprobatório de crimes ambientais, tendo em vista que as imagens gravadas serão provas contundentes de danos ao bioma.

Nesse sentido, o monitoramento pode evitar que gastos sejam ainda maiores, já que garantirá imagens em tempo real dos acontecimentos, possibilitando punir devidamente os responsáveis, assim como uma ação mais ágil, que garantirá um danos menor à natureza, pois serão muito mais eficientes as ações tomadas.

Além disso, caso criada a plataforma web, esta deve conter instruções de apoio à população, como passo a passo de como realizar denúncias, acompanhá-las e como acessar o resultado das ações realizadas no local. Para tanto, deverá ser criado na plataforma um processamento de linguagem adequado, como um assistente virtual que capta as informações e redireciona os usuários para as escolhas desejadas, desenvolvendo-se também a possibilidade de captação de voz, evitando a necessidade de escrever, tendo em consideração o grande número de analfabetos no país, que não devem ficar excluídos das informações. Por fim, um aplicativo mobile para as pessoas que não possuem desktop, com informações contínuas alinhadas à plataforma.

A plataforma digital também poderá ser utilizada como instrumento de conscientização quanto às pautas ambientais, pois os órgãos públicos podem oferecer cursos gratuitos que informem a população como elas podem e devem contribuir com a preservação dos mananciais, pois identificou-se grande dificuldade dos entrevistados em perceber o que é preservação e o que não é. Esse aparato pode ajudar a população a estabelecer parâmetros de sustentabilidade quanto às suas ações ambientais e ainda ajudar a pensar no crescimento urbano sustentável em consonância com as questões ambientais de preservação, fortalecendo-se, assim, os princípios estabelecidos na constituição.

#### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a produção deste artigo científico, pode-se demonstrar que um dos maiores problemas da Billings é, sem dúvida, a falta de um monitoramento remoto. A falta de

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

fiscalização do reservatório acarreta em diversos crimes ambientais e danifica, consideravelmente, a Billings e os seres vivos que usufruem desse recurso natural.

Pode-se observar que é necessário cuidar o quanto antes desse importante recurso hídrico, pois há impacto em diversos municípios e na infinidade de biodiversidade que o abriga, sendo importante ressaltar que a preservação ambiental é um dever do país assegurado na lei.

Esse estudo demonstrou que a tecnologia é um meio que pode ser usado pela sociedade para ajudar nessa demanda social. Nesse caso, por meio de um drone de monitoramento remoto que armazenará informações sobre o manancial de forma eficiente, possibilitando a criação de um sistema de monitoramento e, posteriormente, uma plataforma que concentrará as análises acerca do tema, as denúncias de crimes ambientais e também ações governamentais realizadas em prol de causas sociais.

Será Possibilitada assim, a participação da sociedade nas pautas ambientais da Billings, bem como seu incentivo na busca de conhecimento pela plataforma, assegurando o direito à informação e criando uma sociedade mais consciente, ação que, de acordo com a entrevista realizada, é bem vista e demandada pela sociedade.

Este artigo é uma importante contribuição social, pois discute para a sociedade a criação de um artefato que melhore a qualidade de vida das presentes e futuras gerações, protegendo tanto as pessoas que usufruem dos recursos hídricos da Billings, quanto a diversidade biológica que existe nesse braço de água. Em continuação a essa discussão, as questões técnicas, de criação e desenvolvimento do sistema de monitoramento, da plataforma digital e do aplicativo mobile, serão apresentadas em trabalhos futuros.

### 6 REFERÊNCIAS

AÇÃO CIVIL PÚBLICA: 1052865-33.2014.8.26.0053. Mapa elaborado no software ArcGis com a delimitação das áreas de preservação permanente pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA Coordenadoria de Fiscalização Ambiental - CFA DEPARTAMENTO DE FISCALIZAÇÃO (2015). (Autor: Ministério Público Estadual, Dr. José Roberto Rochel).

AÇÃO POPULAR: 1051442-38.2014.8.26.0053 (Autor: Wesley Silvestre Rosa). ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. (1997). Lei 9.866, de 28 de novembro de 1997. Recuperado em 2 de outubro de 2022, de <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9866-28.11.1997.html>.

BBC News. (2022). Os mananciais loteados por trás de recorde em multas em SP. Recuperado em 12 de agosto de 2022, de <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-61252850#:~:text=Dados%20da%20secretaria%20estadual%20de,%202022%20mil%20autua%C3%A7%C3%B5es%20em%202021>.

Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidente da República. Recuperado em 22 de agosto de 2022, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm).

Brasil. (2009). Lei Específica Estadual APRM B 13.579, de 13 de julho de 2009, foi regulamentada pelo Decreto Estadual 55.342, de 13 de janeiro de 2010. Dispõe sobre a área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings - APRM-B, e dá outras providências correlatas. Recuperado em 01 de setembro

## UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA RESERVA BILLINGS

de 2022, de <https://governo-sp.jusbrasil.com.br/legislacao/818001/lei-13579-09#:~:text=Define%20a%20C3%81rea%20de%20Prote%C3%A7%C3%A3o,e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs%20correlatas>.

Brasil. (1990). Lei 5788/90. Estatuto da Cidade. Presidente da República em 10 de julho de 2001. Retrieved September 12, 2022, from [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9784.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9784.htm).

Brasil. (1981). Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Retrieved September 30, 2022, from [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm).

Brasil. (1997). Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Retrieved from [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm).

Campanili, M., & Schäffer, W. B. (2010). Mata Atlântica: manual de adequação ambiental (Biodiversidade, 35, pp. 16-17). Brasília: MMA/SBF. Recuperado em 6 out. 2022.

Capobianco, J. P. R., & Whately, M. (2000). Billings 2000: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo: relatório do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período 1989-99. Recuperado em 17 set 2022.

Consórcio Hidroplan. (1995). Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista (Vol. 6). São Paulo: Consórcio Hidroplan. Recuperado em 27 set 2022.

Gil, A. C. (2008). Como elaborar projetos de pesquisa (4a ed.). São Paulo: Atlas. Recuperado em 1 nov 2022.

Jovem Pan. (2022, Setembro 22). Moradores denunciam construções irregulares na região da Represa Billings em SP. Jovem Pan. Disponível em <https://jovempan.com.br/programas/jornal-da-manha/moradores-denunciam-construcoes-irregulares-na-regiao-da-represa-billings-em-sp.html>. Acesso em 12 nov. 2022.

Laville, C., & Dionne, J. (1999). A construção do saber. Belo Horizonte: UFMG. Recuperado em 12 set. 2022, de [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9XSJRU/livro\\_construcao\\_do\\_saber\\_laville\\_dionne.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9XSJRU/livro_construcao_do_saber_laville_dionne.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**UMA ANÁLISE SOBRE O USO DA TECNOLOGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DA  
RESERVA BILLINGS**

Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2003). Fundamentos de metodologia científica. São Paulo, SP: Atlas. Recuperado em 12 set. 2022.

Prefeitura de São Paulo. (2014, Julho 31). Plano Diretor de São Paulo. Diário Oficial do Município, São Paulo. Lei nº 16.050.

Sá Silva, J. R., Almeida, C. D., & Guindani, J. F. (2009). Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. Revista Brasileira de História e Ciências Sociais, São Leopoldo, RS, Ano 1, n.1, Jul. Recuperado em 19 out. 2022, de <https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/rbhcs/article/view/1382/1288>.