



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

ODS 6 - Água Limpa e saneamento: recursos essenciais e direitos humanos. Recursos hídricos, use com parcimônia e a necessidade de preservação!

Yula de Lima Merola, Universidade Federal de Alfenas, yula.merola@unifal-mg.edu.br

Carmem Greice Renda, Universidade Federal de São Carlos, carmengreice@gmail.com

Jose Edilberto Silva Resende, Associação Poços Sustentável, josebetosr@gmail.com

Rafael Tiezzi, Universidade Federal de Alfenas, rtiezzi@gmail.com

Paulo Pamplin, Universidade Federal de Alfenas, paulo.pamplin@unifal-mg.edu.br

Resumo

As atividades humanas exercem influência nos recursos naturais, como, a qualidade das águas e o uso dos solos nas bacias hidrográficas. Estas influências podem ser adversas ou benéficas. Um dos efeitos adversos mais comuns é o dos despejos de resíduos líquidos que podem ter origens domésticas, industriais e/ou agrícolas. Buscando atender às metas apresentadas com relação ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS-6) até 2030, sugere-se o monitoramento da qualidade das águas nas bacias hidrográficas. Neste trabalho debatemos a Represa Bortolan da cidade de Poços de Caldas e os aguapés que a afetam sistematicamente. É sabido que as represas são extremamente vulneráveis às atividades humanas e sofrem com a falta de planejamento ambiental das cidades em expansão demográfica e econômica, e a emissão de efluentes não tratados, a degradação da vegetação ciliar e o aterramento das margens tem provocado a aceleração do processo de eutrofização das lagoas. As propostas para solução dos problemas são vastas e vão desde soluções gerais a soluções pontuais. A criação ou Implantação de um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) deve ser realizada. O PMSB que deve atender aos objetivos e diretrizes do marco regulatório do saneamento (Lei Federal no 11.445, de 2007

Palavras-chave: saneamento, ODS, macrofitas, água



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

1. Introdução

As atividades humanas exercem influência nos recursos naturais, como, a qualidade das águas e o uso dos solos nas bacias hidrográficas. Estas influências podem ser adversas ou benéficas. Um dos efeitos adversos mais comuns é o dos despejos de resíduos líquidos que podem ter origens domésticas, industriais e/ou agrícolas. O escoamento superficial, a infiltração e a interação água-rocha-solo são situações naturais, que podem ser influenciadas negativamente pelo homem dependendo do uso que este faça do solo [1].

A água está no centro do desenvolvimento sustentável que abrange as esferas ambiental, econômica e social. O acesso à água e ao saneamento importa para todos os aspectos da dignidade humana, desde a segurança alimentar e energética até a saúde humana e ambiental. O monitoramento e a fiscalização da qualidade da água consumida pela população são de fundamental importância à saúde pública [2].

Buscando atender às metas apresentadas com relação ao Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS-6) até 2030, sugere-se o monitoramento da qualidade das águas nas bacias hidrográficas. Nesta terceira edição, o Boletim do Observatório Social Poços Sustentável trará este tema, especialmente focando na Represa Bortolan e nos aguapés que a afetam sistematicamente. Neste sentido, serão apresentados alguns indicadores preocupantes e algumas sugestões para a gestão do saneamento no município de Poços de Caldas como, por exemplo, a elaboração do Plano Municipal de saneamento Básico (PMSB).

2. Fundamentação teórica

A bacia hidrográfica do Rio Grande

Segundo estudo da Agência Nacional das Águas (ANA), dentro da Bacia hidrográfica do Rio Grande, 52% dos corpos hídricos superficiais estão sob domínio do Estado de Minas Gerais, 36% sob domínio do Estado de São Paulo e 12% sob domínio da União. Além disso, as cabeceiras dos principais cursos de água que formam o Rio Grande estão localizadas dentro do território mineiro, principalmente, na Serra da Mantiqueira e na Serra da Canastra e



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

devem-se ao processo das chuvas orográficas ou chuvas de relevo, que depositam os maiores volumes de água nas regiões mais altas [3].

Poços de Caldas pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Grande que está subdividida em 14 Unidades de Gestão Hídrica – UGHs, correspondentes às bacias hidrográficas afluentes ao Rio Grande, sob a atuação dos comitês estaduais. Em Minas Gerais, temos oito UGHs afluentes, que são chamadas de UPGRHs – Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, codificadas como “GDs”. Poços de Caldas pertence ao GD-6, composto por afluentes mineiros dos rios Mogi-Guaçu/Pardo [4]. Com uma população de 9 milhões de habitantes, a Bacia Hidrográfica do Rio Grande é formada por 393 municípios. O conjunto inclui dois importantes estados brasileiros: Minas Gerais, a Norte, com 60,2% da área de drenagem, e São Paulo, ao Sul, com 39,8% da área.

A Figura 2 destaca a Represa Bortolan e o Reservatório do Cipó em Poços de Caldas, além dos Rios Lambari e Pardo, que abastecem a Represa da Graminha, em Caconde, Estado de São Paulo.

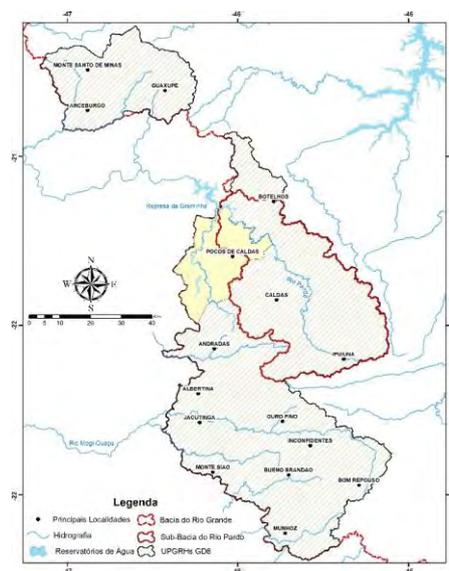


Figura 1- Bacia hidrográfica do Rio Grande e sub-bacia do Rio Pardo, com destaque para o município de Poços de Caldas. Fonte: própria.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

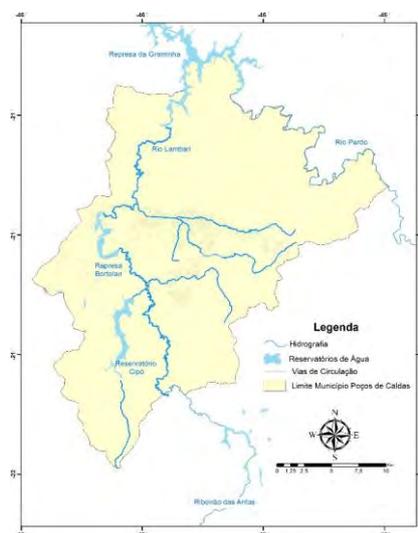


Figura 2 – Localizações das cidades de Poços de Caldas e Caconde.

Fonte: própria.

Saneamento e Manejo de Águas Pluviais na Bacia do Rio Grande

O saneamento ambiental está diretamente relacionado à qualidade de vida da população e à preservação do meio ambiente. Ele representa um conjunto de ações de infraestrutura com diversos impactos sociais e econômicos. A Figura 3 traz um resumo da Política e Sistema de Saneamento Ambiental, compreendendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, manejo dos resíduos sólidos, limpeza e fiscalização preventiva das redes, adequados a saúde pública e a segurança da vida e do patrimônio público e privado [5].

Algumas vantagens do Saneamento Básico para a Sociedade são: redução dos gastos com saúde pública; preservação ambiental; geração de empregos; melhoria em indicadores de educação; fomento ao turismo; valorização Imobiliária.

No ano de 2016 foram realizadas oficinas participativas na bacia do rio Grande, organizadas pela ANA (Agência Nacional de Águas) com apoio do Comitê de Bacias Hidrográficas: CBH-Grande, dos CBHs-Bacias Afluentes e dos órgãos gestores de recursos hídricos de Minas Gerais e São Paulo, tendo por objetivo básico discutir o Diagnóstico Preliminar da Bacia



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

do Rio Grande [22], considerando todos os impactos advindos e identificar as ameaças aos recursos hídricos. Estas oficinas foram realizadas em várias cidades e geraram importantes contribuições e recomendações aos setores usuários e aos gestores.

3. Metodologia

O estudo classifica-se com uma pesquisa descritiva e exploratória, utilizando para coleta de dados, os dados secundários do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), bem como informações de relatório emitidos pela Prefeitura de Poços de Caldas, MG. Os indicadores selecionados no SNIS, entre os anos de 2015 a 2019, foram utilizados para a geração de gráficos no intuito de demonstrar o processo evolutivo do atendimento dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário

4. Resultados

Em setembro de 2015, durante a Cúpula das Nações Unidas adotou-se uma agenda mundial composta por 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas a serem atingidos até 2030. Os ODS estão ancorados na necessidade de discutir globalmente temáticas relacionadas à biosfera, sociedade e economia [6].

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a água potável e o saneamento são recursos essenciais e direitos humanos[7]. A ONU definiu o ODS-6 como meta a alcançar até 2030: o acesso universal e equitativo a água potável e seguro para todos; melhorar a qualidade da água, reduzir a poluição, eliminar o despejo e minimizar a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente; implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado; proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos; apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

Um dos maiores desafios é a qualidade da água, pois sua não existência limita a produção alimentar, retarda o funcionamento dos ecossistemas e afeta o crescimento econômico [8] e fazer o monitoramento da qualidade da água, visando subsidiar ações de controle ambiental é um dos principais instrumentos para execução de uma política de gestão de recursos hídricos, por servir como um sensor que permite o acompanhamento do uso dos recursos hídricos [9].

No Brasil não faltam legislações específicas desde a Constituição Federal de 1988 até a mais recente Lei Nº 14.026 de 2020, que atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico [10]. Em relação ao ODS-6, o Brasil vem evoluindo, mas os desafios permanecem e a desigualdade de acesso é um deles, sendo que quase 35 milhões de brasileiros continuam sem acesso à água e quase 100 milhões sem acesso a redes de esgoto. No Sudeste, 91,03% da população é abastecida com água tratada; enquanto no Norte, a porcentagem cai para 57,05%. Já em relação ao acesso aos esgotos, a região com maior porcentagem é a Sudeste, com 79,21%. No Norte, apenas 10,49% da população têm o esgoto coletado [11].

Em Poços de Caldas, conforme demonstrado na Figura 4, o indicador de porcentagem de domicílios atendidos pelo abastecimento público de água potável sobre o total de domicílios do município era 100% para urbana e 69% para rural para 2019 e 2020 [12], as quantidades de ligações ativas de água aumentaram de 53.690 (2015), 54.550 (2016), 55.237 (2017), 55.752 (2018) para 56.688 (2019) e o número de domicílios com rede de coleta de esgoto diminuiu de 56.152 (2015), 55.239 (2016), 55.275 (2017), 23.831 (2018) para 53.248 (2019) [13]. Quanto ao percentual de perda no sistema de abastecimento sobre o total de água tratada que em 2015 e 2016 era 40%, em 2017 e 2018 era 34%, diminuiu em 2019 para 33% [13].

Numericamente em 2017, foi informado o valor de perdas de água tratada de 37,29%, este percentual representava 6.220.435m³ segundo o DMAE. Na plataforma do Programa Cidades Sustentáveis [14] consta a seguinte observação: “O DMAE assinou junto ao Ministério das Cidades e Caixa Econômica Federal um acordo de melhoria de desempenho. O acordo prevê diversas ações visando o aprimoramento dos serviços prestados pelo Departamento à população, entre eles a redução do Índice de Perdas de Água Tratada. Como o Índice de Per-



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
 VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
 16 a 18 de novembro de 2021

das de Água está proporcionalmente ligado às altas pressões nas redes de água, o DMAE está realizando um trabalho de redução destas pressões, nos locais onde as mesmas se encontram acima dos níveis recomendados pela Norma Brasileira 12.218, da Associação Brasileira de Normas Técnicas” [15].

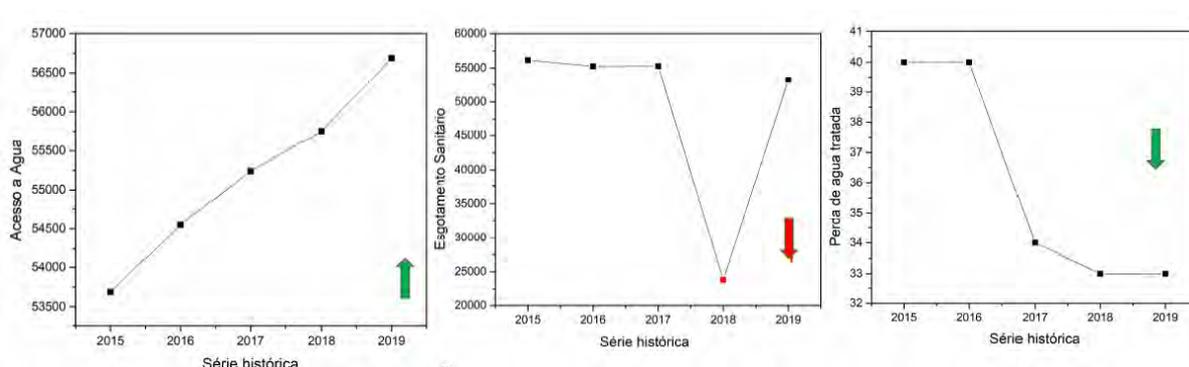


Figura 4 – Indicadores de acesso a água, esgotamento sanitario e perda de água tratada.

Fontes: [12] e [13].

Ademais, o desempenho e eficácia do fornecimento de água, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento- SNIS, com os dados de 2019, calcula indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água segundo três unidades diferentes: em percentual, 31,75% de índice de perdas no faturamento (IN013) e 41,35% de Índice de perdas na distribuição (IN049); em litros por ligação ao dia, o Índice de perdas por ligação foi de 346,68 (IN051); e em metros cúbicos por quilômetro de rede ao dia 17,94 de índice bruto de perdas lineares (IN050). A expressão de cálculo de tais indicadores pode ser consultada por meio dos Glossários de Informações e Indicadores, no site do [SNIS](http://www.snis.gov.br). Importante destacar que os três indicadores calculados pelo SNIS não diferem do valor das perdas reais e aparentes, ou seja, não se pode afirmar que os valores divulgados se caracterizam como desperdício de água, necessariamente. Esta limitação se dá principalmente no próprio levantamento das informações por parte de alguns prestadores de serviços que não dispõem de técnicas na avaliação de vazamentos na rede, submedição em hidrômetros, fraudes, dentre outras [16].

Fica claro, então, que ainda há muito a se fazer para garantir o direito humano à água e ao saneamento a todas e todos. O conhecimento da população sobre o tema e a vigilância so-



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

bre seus avanços são passos fundamentais nesse caminho! Neste aspecto, abordaremos a qualidade da água na Represa Bortolan, através da presença de aguapés.

As macrófitas

Um estudo aponta várias espécies de macrófitas como *Hydrilla verticillata*, *Salvinia molesta*, *Sagittaria lancifolia L.*, *Sagittaria kurziana*, *Myriophyllum spicatum L.*, *Potamogeton spp.*, *Potamogeton pectinatus L.* Vamos chamá-las apenas de aguapés. Quanto ao habitat, a distribuição dos aguapés pode ser influenciada por turbulências, intensidade de luz, temperatura, clorofila, oxigênio dissolvido, disponibilidade de alimento. Quanto à coleta de amostras, pode depender da hora do dia, da presença de predadores, da configuração espacial [17].

A contribuição dos nutrientes, fósforo e nitrogênio, proporciona a eutrofização e a consequente perturbação dos processos naturais. Estudos relacionam sua presença ao aumento da poluição, que é atribuído ao aumento populacional, ao aumento da atividade econômica, à intensificação e expansão das atividades agropecuárias e ao aumento do despejo de águas residuais com pouco ou nenhum tratamento nos cursos d'água.

Como desvantagens, apontam que o descontrole pode dificultar a erradicação, aumentar o custo de gerenciamento, diminuir o oxigênio dissolvido da água causando mortandade de peixes. Estas consequências negativas têm impacto na saúde, na pesca, nos ecossistemas, no uso da água à jusante e principalmente impacto no uso recreativo do reservatório. Estes impactos aumentam o custo de tratamento da água para as cidades que utilizam essa água no decorrer do rio.

Com a decomposição das plantas, os nutrientes, metais pesados e contaminantes derivados de desmatamentos, agricultura (como fósforo e nitrogênio), tratamento insuficiente de água residuária são adicionados ao reservatório ao longo do tempo. Seu descarte incorreto pode contaminar solo ou ar e a sua remoção pode causar a mudança temporária do ambiente. Quando colocados em aterros sanitários controlados, geram grande volume, diminuindo a vida útil do aterro [17].



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

O aguapé é considerado uma planta não nativa, uma espécie invasora, sendo que altera o ecossistema, diminui a oferta de alimentos para outras espécies concorrentes, muda a dieta de peixes e diminui a heterogeneidade e diversidade alterando a comunidade animal. Tem alta razão de sedimentação, alta evapotranspiração, aumenta a temperatura da água e estabiliza o pH, alterando a claridade da água. Para ambientes abertos representa um problema para muitos dos usos humanos como recreação, navegabilidade e para canalizações de agricultura, industriais, abastecimento público, pesca, com perda de qualidade da água [17].

Como vantagens pode-se elencar seu poder fitorremediador, que suas raízes são livres e flutuantes próximas à superfície, que, quando em aterro controlado bem utilizado, podem gerar energia, podem ser utilizadas em tratamentos secundário e terciário de esgoto, são capazes de remover mercúrio, nitratos, amônio e fosfato da água e que tem maior absorção no verão [17].

Os efeitos ecológicos e socioeconômicos da invasão de aguapés apontam que para gerenciamento devem levar em consideração a razão de remoção, os custos do trabalho, os custos dos equipamentos, a duração da ação e a frequência do tratamento, sendo melhor controlar e prevenir para mitigar danos. Existem várias soluções como trituração mecânica ou a remoção mecânica, a redução de nutrientes, o controle químico ou biológico, mas, nenhuma delas serve para todas as situações. Pode ser mais caro destinar corretamente após a remoção do que a própria retirada dos mesmos após um descontrole. Os ecossistemas são complexos e a identificação dos impactos diretos e indiretos é de difícil mensuração [17]. E a que se deve sua presença na Represa Bortolan?

A Represa Bortolan no contexto hidrográfico de Poços de Caldas e ameaças

Desde janeiro de 2021 a proliferação dos aguapés na Represa Bortolan em Poços de Caldas tem sido manchete na mídia. A gestão da Represa Bortolan é compartilhada pelo Departamento de Água e Esgoto – DMAE e pelo Departamento Municipal de Eletricidade - DME. Segundo o site do DME, a Represa foi inaugurada em 1956, tem 7 milhões de m³ de capacidade [18] e sua utilização atualmente compreende a geração energética e atividades de



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

recreação, já tendo sido utilizada para abastecimento de água, mas nesta função foi descontinuada e o abastecimento hoje é feito pela Represa Lindolpho Pio da Silva Dias, “Barragem Ribeirão do Cipó”.

Em um breve histórico, podemos citar que o Plano Diretor de Esgoto, elaborado em 1985, mostrava a existência de três indústrias (*no entorno da Represa Bortolan*, grifo nosso) seriam elas: a Rhodia (atual 3 Rios Resinas), a Mitsui (atual Yoorin Fertilizantes) e a CBA (somente os esgotos domésticos de seus funcionários estariam contemplados no sistema público de esgotamento sanitário), que seriam atendidas pela elevatória EEE-Rhodia que recalcaria para a Bacia 2 e a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE-2) e sugeria que se um loteamento anexo ao Distrito Industrial (DI), que estava em projeto fosse executado, fosse efetuada a desativação desta reversão para a Bacia 2 e fosse implantada uma nova ETE [19]. O mesmo plano aponta que seriam necessárias parcerias com empresas privadas para a construção de ETEs para contribuir com a despoluição da represa Bortolan e citava o Plano Diretor do Município, que na época enquadrava a Represa Bortolan como Zona de Proteção Ambiental, pela proteção de mananciais e matas.

Em 2006, foi aprovada a Lei Complementar nº 74, que dispõe sobre a revisão o Plano Diretor do Município de Poços de Caldas, onde o entorno da Represa Bortolan se enquadraria em cinco zoneamentos, sendo eles ZPAM, ZPE-1, ZRPA, ZAP e ZI [20].

As três primeiras desfavorecendo o adensamento populacional: A Zona de Preservação Ambiental (**ZPAM**) compreendendo áreas de preservação ambiental com limitações de uso e com rigoroso controle das intervenções antrópicas, exigindo licenciamento ambiental; a Zona de Proteção Especial 1 (**ZPE-1**), com “restrição à verticalização, visando à preservação das fontes de águas frias e termais, da ambiência e do cenário urbano existentes” e “manutenção de baixas densidades e ao controle de altimetria, visando assegurar a ambiência existente e as visadas (...) da Represa Bortolan” e a Zona Rural de Proteção Ambiental (**ZRPA**) compreendendo áreas de proteção ambiental em alto grau, caracterizadas como bacias de mananciais de abastecimento de água, atuais e potenciais, com controle de intervenções antrópicas e limitações ao uso e a ocupação do solo, cuja instalação deverá ser precedida de licenciamento ambiental [20].



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

E as outras duas zonas incentivando o adensamento populacional ou a atividade industrial: a Zona de Adensamento Preferencial (**ZAP**) compreendendo as áreas com condições favoráveis ambientais, de topografia e de infraestrutura existente ou potencial, sendo passíveis de maior adensamento, incluindo novos núcleos de comércio e prestação de serviços e a Zona Industrial (**ZI**) compreendendo indústrias de médio e grande portes, exigindo estudos especiais para licenciamento e estabelecimentos de parâmetros e critérios específicos para ampliação ou alteração das unidades existentes [20].

A ocupação do entorno, assim como atividades antrópicas e atividades industriais e/ou agrícolas, podem influenciar na qualidade da água tanto dos afluentes da represa quanto da própria [1].

A Qualidade da água da Represa Bortolan

Em 2015, foi apresentado um relatório à Comissão das Águas [21], com análises de qualidade da água de vários pontos, incluindo dois pontos da Represa Bortolan. Para o ponto próximo à foz do Córrego das Amoras, acesso de barco, foi encontrada, em cinco oportunidades, a presença de coliformes totais e fecais até 12 vezes acima do limite do artigo 15 da Resolução CONAMA 357/05, que estabelecia, à época, um limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral, podendo indicar poluição com o risco potencial da presença de organismos patogênicos.

No mesmo relatório [21], a conclusão para a presença dos coliformes fecais na água foi atribuída à “liberação de esgoto não tratado, provavelmente advindo das zonas Sul e Oeste do Município” e sugeriu que a situação deveria “ser tratada pelos órgãos competentes, no caso DMAE e Departamento de Meio Ambiente - DMA, visto que as águas da Represa do Bortolan são utilizadas para diversos fins tais como recreação, esportes náuticos e até mesmo pesca”. Dando ênfase ao ponto localizado na Represa Bortolan próximo a barragem do Bortolan, acesso de barco, onde além de uma carga de esgoto doméstico sendo lançada, havia valores comparativamente elevados de urânio, a presença de fósforo, magnésio e molibdênio acima



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

dos limites e concentrações mais elevadas de níquel, além de baixas concentrações de oxigênio dissolvido, localizados no Ribeirão das Antas, Bacia de Águas Claras.

Em 2017, o córrego da Ariranha, afluente da Represa Bortolan, foi monitorado por professores da Universidade Federal de Alfenas – Unifal [1], e o estudo trouxe algumas observações sobre a necessidade do monitoramento constante: a presença de nutrientes, especialmente, nitrogênio e fósforo; sobre as consequências do seu aumento na qualidade da água como alteração no sabor, odor, turbidez, redução do oxigênio dissolvido e sobre a contaminação da água causar efeitos em níveis biológicos, econômicos, sociais e de saúde pública. Neste mesmo estudo, os autores deram especial atenção para a ocupação antrópica depender das estações do ano e dos períodos de práticas agrícolas do entorno. As concentrações de fósforo, durante o monitoramento apresentado, estavam maiores e/ou muito próximas da legislação vigente, podendo causar eutrofização do sistema aquático.

Em 2021, devido aumento dos aguapés na Represa do Bortolan, o DME e DMAE solicitaram avaliação das causas desta proliferação e os seus impactos. O DME contratou a empresa Ryma Recursos Hídricos [22] para emissão de relatório sobre os Aguapés na Represa do Bortolan, a qual relata que foi observado, pelas análises realizadas, que a situação atual que ocorre no reservatório Bortolan, de proliferação das macrófitas aquáticas invasoras, vem sendo estruturada com o passar dos anos, com o reservatório continuamente recebendo contribuições de nutrientes por vias pontuais e difusas, em níveis aparentemente muito acima de sua capacidade de depuração, tornando as águas amplamente favoráveis para o crescimento exponencial das plantas aquáticas.

E nesse caso, as fontes determinantes para a proliferação de macrófitas aquáticas identificadas no presente estudo: córrego das Amoras (com suas contribuições a montante) e lançamentos de efluentes *in natura*, se configuram nos principais fatores e devem ser o foco de ações estruturais visando a reversão definitiva do cenário atual.

Outras fontes geradoras de nutrientes e material orgânico nas águas podem estar presentes na bacia de drenagem do reservatório, como a bataticultura e as residências localizadas no bairro Bortolan, abaixo do nível da rua, desprovidas de captação de efluentes,



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

prejudicando assim o saneamento, bem como a água carregada trazendo todos particulados e outros componentes que podem alterar a qualidade da água da represa.

Assim, ante o exposto, os efeitos ecológicos e socioeconômicos da invasão de aguapés apontam que para gerenciamento devem levar em consideração a razão de remoção, os custos do trabalho, custos dos equipamentos, a duração da ação e a frequência do tratamento, sendo melhor **controlar e prevenir** para mitigar danos. Existem várias soluções como trituração mecânica ou a remoção mecânica, a redução de nutrientes, o controle químico ou biológico, mas, como foi mencionado anteriormente, nenhuma delas serve para todas as situações. Pode ser mais caro destinar corretamente após a remoção do que a própria retirada dos mesmos após um descontrole. Os ecossistemas são complexos e a identificação dos impactos diretos e indiretos é de difícil mensuração [17].

Para as doenças de veiculação hídrica e vetores, a qualidade da água não deve ser ignorada, bem como a indissociabilidade das responsabilidades desta administração, inter-relacionada as atividades antrópicas.

É sabido que as represas são extremamente vulneráveis às atividades humanas e sofrem com a falta de planejamento ambiental das cidades em expansão demográfica e econômica, e a emissão de efluentes não tratados, a degradação da vegetação ciliar e o aterramento das margens tem provocado a aceleração do processo de eutrofização das lagoas [23].

Quando uma fonte de água está exposta a uma atividade, há situações de risco que aumentam sua vulnerabilidade. Para isto é preciso, avançar na governança da água, com maiores investimentos, mobilização e participação da sociedade, eficiência na gestão, mas também pelo desenvolvimento de soluções de pesquisa para otimização de recursos financeiros e humanos, pela redução das perdas e reuso da água, por tratamento e disposição de efluentes e métodos eficazes para a conservação agroambiental, que refletem diretamente nos recursos hídricos.

A execução de projetos para conservação e recuperação destes ecossistemas é primordial, uma vez que estes ambientes apresentam usos múltiplos como o favorecimento ao microclima, à drenagem pluvial, às atividades pesqueiras e à balneabilidade [3], [24], [25].



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

5. Conclusões

As propostas para solução dos problemas são vastas e vão desde soluções gerais a soluções pontuais. A criação ou Implantação de um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) deve ser realizada. O PMSB que deve atender aos objetivos e diretrizes do marco regulatório do saneamento (Lei Federal no 11.445, de 2007)[8]:

O PMSB é um instrumento estratégico de planejamento e de gestão participativa que integra abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, e está diretamente relacionado às metas de quantidade e qualidade dos recursos hídricos apresentados no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande (PIRH-Grande) [3].

Referências bibliográficas

- [1] D. de S. Sardinha, A. D. G. de Souza, A. M. da Silva, C. R. Libanio, P. H. B. J. Menezes, and R. de O. Tiezzi, “Índice de estado trófico para fósforo total (IET-PT) aplicado em afluente da Represa Bortolan em Poços de Caldas (MG),” *Rev. DAE*, vol. 67, no. 216, pp. 95–108, 2019.
- [2] L. E. Fonseca, “Health in All Policies and the Sustainable Development,” *Heal. Syst. Policy Res.*, vol. 3, no. 3, p. 24, 2016.
- [3] “Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Grande – PIRH-Grande Produto Parcial PP06 – Avaliação e Proposta de Aperfeiçoamento do Arranjo Institucional, Recomendações para os Setores Usuários, Estratégias e Roteiro para Implementação do Plano Re,” 2016.
- [4] L. G. B. M. de Oliveira, “Caracterização dos Depósitos Tecnogênicos : Município de Poços de Caldas – MG,” Universidade Federal de Alfenas, 2011. Disponível em:<<https://www.unifal-mg.edu.br/geografia/sites/default/files/TCC- Luis Gustavo Brigagão.pdf>>. Acesso em: 28 abril 2021.
- [5] Brasil. Câmara dos Deputados, Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em:<<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-actualizada-pl.pdf>>. Acesso em: 28 abril 2021.



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

- [6] Indicadores Brasileiros para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/>>. Acesso em: 27 mar 2021.
- [7] United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Gen Assem 70 Sess. 2015;16301(October):1–35.
- [8] Leal, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. Sistemas de saneamento ambiental. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008.
- [9] Guedes, Hugo A. S. et al. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 16, n. 5, p. 558-563, Maio 2012.
- [10] J. S. Scriptore and C. R. Azzoni, Impactos do Saneamento básico sobre a saúde: uma análise espacial. In: ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, p. 20, 2018.
- [11] Instituto Trata Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 01 maio 2021.
- [12] Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Disponível em:<<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>>. Acesso em: 21 maio 2021.
- [13] Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS Série Histórica. Disponível em: < <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>>. Acesso em: 21 maio 2021.
- [14] Plataforma Cidades Sustentáveis. Disponível em: <<https://www.cidadessustentaveis.org.br/>>. Acesso em: 21 maio 2021.
- [15] CTI Planejamento Integrado e Tecnologias para Cidades Sustentáveis, Dados abertos do Programa Cidades Sustentáveis. 2017. Disponível em:<<https://www.cidadessustentaveis.org.br/dados-abertos>>. Acesso em: 21 maio 2021.
- [16] BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional/Secretaria Nacional de do Saneamento. Diagnostico dos Serviços de Água e Esgotos 2019 - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS - Tabela completa de Indicadores agregados - LPU Prestadores de serviço de abrangência local - direito público. Disponível em:<



III *Sustentare* – Seminários de Sustentabilidade da PUC-Campinas
VI WIPIS – Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade
16 a 18 de novembro de 2021

<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019>>. Acesso em: 21 maio 2021.

[17] A. M. Villamagna and B. R. Murphy, Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review, *Freshw. Biol.*, vol. 55, no. 2, pp. 282–298, 2010.

[18] Represa Bortolan. Disponível em: < <http://www.dme-pc.com.br/institucional/empreendimentos/44-empreendimentos/dme-distribuicao-s-a/229-represa-bortolan#:~:text=Inaugurada em maio de 1956, dos pontos turísticos mais visitados>>. Acesso em 28 abril 2021.

[19] SEREC, Plano Diretor de Esgoto. pp. 1–92, 1985. Disponível em: < <http://dmaepc.mg.gov.br/plano-diretor-esgoto/>>. Acesso em: 28 abril 2021.

[20] Câmara Municipal de Poços de Caldas, “Lei Complementar n.74.” p. 45p., 2006. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-pocos-de-caldas-mg>>. Acesso em: 28 abril 2021.

[21] Comissão das Águas, Relatório Técnico: Avaliação da qualidade das águas e sedimentos das microbacias do Ribeirão as Antas e do Ribeirão de Caldas no Planalto de Poços de Caldas, 2012. Disponível em: <https://www.pocosdecaldas.mg.leg.br/legislacao/gt_relatorio_tecnico_versao_cnen-inb_19-03-12.pdf>. Acesso em 28 abril 2021.

[22] Resck, R. Benini, P.H. Relatório empresa Ryma Recursos Hidricos, contratado pelo DME: Proliferação de Macrófitas Aquáticas no Reservatório Bortolan. Fev/2021.

[23] F. A. Esteves, Fundamentos de Limnologia, 3a ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

[24] Ofício IGAM/GECBH no. 68/2019. Belo Horizonte, 29 de agosto de 2019.

[25] Comitês de Bacia Hidrográfica. Ministério do Desenvolvimento Regional e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Disponível em: < <https://www.gov.br/ana/pt-br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica/comite-de-bacia-hidrografica-interestaduais>>. Acesso em: 28 abril 2021.