

PROPOSIÇÃO DE AÇÕES SUSTENTÁVEIS E ESTRATÉGICAS PARA CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO RESERVATÓRIO DA PCH CARIOCA, MINAS GERAIS, BRASIL.

Izabela Tereza Rodrigues Ferreira ¹

Ana Carolina Miranda Lopes de Almeida ²

Daniel Lage Casalechi ³

Fernando Nunes de Oliveira ⁴

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques ⁵

Ricardo Motta Pinto Coelho ⁶

Recursos Hídricos e Qualidade da Água

Resumo

A instalação de reservatório associado às ações antrópicas da bacia hidrográfica, podem acarretar desequilíbrio ao ecossistema local. A eutrofização é um processo natural ou artificial de aporte de nutrientes aos corpos de água, acarretando elevação da matéria orgânica superior à capacidade de autodepuração do sistema. Neste contexto objetivou-se analisar uma porção hidrográfica do Rio São João e levantar quais são os principais agentes poluentes a montante do reservatório da PCH Carioca, visando, buscar dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas para os próximos anos. Assim, foram realizadas visitas *in-loco*, uma em janeiro de 2016 e outra em junho de 2021, além de promover a revisão da literatura, com o levantamento de dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas na PCH Carioca. Utilizou-se a base de dados do IDE – SISEMA e o software QGis 3.16.4 e o Google Earth. Realizou-se a caracterização da porção hidrográfica do Rio São João a montante da PCH Carioca e o uso e ocupação do solo. Visando avaliar os principais agentes poluentes que contribuem para o desequilíbrio do ecossistema local. Verificou-se que o maior fator de deterioração dos corpos de água na área de drenagem estudada está associado aos efluentes urbanos com a proliferação de macrófitas. Deve-se haver investimentos na revitalização da PCH, integração dos usuários e uma efetiva governança local, ações de controle das macrófitas aquáticas serão paliativas e pouco expressivas ao longo dos anos.

Palavras-chave: *Eichhornia crassipes*; Barramento artificial; Manejo sustentável; UPGRH - SF2.

¹ Graduanda no Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, izabela01@msn.com

² Graduanda no Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos na Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, anacarolina.mlalmeida@gmail.com

³ Graduando no Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, daniel.casalechi@gmail.com

⁴ Graduando no Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos da Universidade Vale do Rio Verde - UninCor, fernnuol@gmail.com

⁵ Prof. Dra. do Mestrado Sustentabilidade em Recursos Hídricos - Universidade Vale do Rio Verde - UninCor – roeflorestal@hotmail.com

⁶ Prof. Dr. do curso Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Professor ric3535389@gmail.com



INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, onde a informação é abundante e rápida, imagina-se que o tema “demanda e manejo sustentável da água” seja de amplo conhecimento da sociedade e dos setores produtivos, o que de fato não acontece, em especial no Brasil. De forma geral, os diversos usuários de recursos hídricos não possuem preocupação sobre a preservação dos mananciais, a manutenção da qualidade das águas, tão pouco se suas águas residuárias poderão ser úteis aos usuários a jusante.

Ações antrópicas e mudanças climáticas podem ocasionar problemas graves de escassez hídrica local, o que provoca conflitos, necessitando cada dia mais de medidas sustentáveis de manejo para viabilizar uma efetiva disponibilidade hídrica para os diferentes usos múltiplos.

Ao longo dos anos, o homem vem aprimorando a construção de reservatórios pelo mundo, nota-se que, eles são extremamente importantes para o desenvolvimento das civilizações e atividades econômicas. Pode-se citar alguns exemplos de usos múltiplos que são favorecidos pelo barramento artificial de água, sendo esses: regularização de vazão, abastecimento público, controle de sedimentos, irrigação, navegação, pesca, aquicultura, turismo, prevenção de enchentes e produção de hidroeletricidade.

A bacia hidrográfica é a área compreendida por um território que possui vários cursos de água, sendo dividida pelas cotas topográficas mais elevadas. As precipitações convergem no interior da bacia, sendo que uma parcela é escoada pela superfície e outra parte infiltrada no solo (ANA, 2011).

Nesse sentido, um fator que deve ser levado em consideração é o escoamento superficial que carrega consigo materiais e poluentes até o curso d'água. De acordo Rosa *et al.* (2012), existem as poluições de origem natural e as de origem antrópica, sendo esta, a principal responsável pelo desequilíbrio dos ecossistemas naturais, através do lançamento sem tratamento de efluentes sanitários e industriais, das atividades agrícolas e minerárias, dentre outras formas.

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde – Funasa (2014), a poluição também pode ser dividida em dois grandes grupos: i) pontual - fonte identificável, como efluente de

indústrias ou lançamento de esgoto doméstico e ii) difusa - é aquela cuja origem não pode ser identificada com precisão, como os produtos químicos usados na agricultura carregados pelas chuvas e infiltração de esgotos.

A eutrofização é um processo natural ou artificial de adição de nutrientes aos corpos de água, acarretando um excesso de matéria orgânica, superior à capacidade de decomposição do sistema. Os principais impactos da eutrofização são: redução da qualidade da água destinada ao abastecimento, queda da recreação/lazer, mortandade da biota aquática, deposição de algas mortas no fundo do reservatório e crescimento excessivo de macrófitas aquáticas (CRUZ *et al.*, 1995).

Um reservatório altera notavelmente os processos físicos, químicos e biológicos do ecossistema fluvial onde está localizado. Se não houver uma boa gestão dos seus usos múltiplos, volume/tempo de acumulação e contribuições das atividades existentes a montante, os processos naturais são afetados, acarretando reciclagem e acúmulo de nutrientes, crescimento de fitoplâncton, desenvolvimento de macrófitas aquáticas, depósito de sedimentos, aumento do estado trófico, alterações nos padrões de estratificação térmica e de absorção da energia solar. Desta forma, o gerenciamento inadequado de um barramento certamente acarretará mais impactos sobre a biota aquática e qualidade da água local, tornando-se um reservatório precocemente eutrofizado (CRUZ *et al.*, 1995).

O nível de eutrofização de um reservatório está diretamente associado à forma de uso e ocupação do solo predominante na área de drenagem da bacia hidrográfica. Isto porque, em um ambiente natural, sem interferência antrópica, são reduzidos o aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) ao corpo d'água, assoreamento e proliferação de macrófitas aquáticas, estando este ambiente em estado de equilíbrio ecológico. Assim, a velocidade do corpo d'água, um ambiente lântico no caso de reservatórios é afetado sobremaneira principalmente pelo aporte de nutrientes.

De acordo com a Funasa (2014), os principais nutrientes que auxiliam o crescimento de algas e macrófitas aquáticas são o nitrogênio e o fósforo. Esses, em altas concentrações, são extremamente prejudiciais aos ecossistemas aquáticos e a saúde humana. A poluição hídrica devido a esses nutrientes, de forma antrópica, está diretamente relacionada ao lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes e pesticidas.



A principal comunidade produtora de biomassa dos lagos, reservatórios rasos e pequenos é composta por macrófitas aquáticas. Em condições ideais, essa comunidade exerce uma grande influência ecológica em todo ecossistema (ALMEIDA *et al.*, 2021).

A eutrofização e o assoreamento, entretanto, favorecem um crescimento descontrolado dessas plantas e, conseqüentemente, poderá causar graves problemas ambientais aos reservatórios, especialmente aqueles de pequeno porte (ESTEVES, 2011 e ARAÚJO JÚNIOR, 2021).

As macrófitas aquáticas possuem adaptação fácil e vasta diversificação ecológica. O aumento na proliferação de macrófitas aquáticas em reservatórios provoca vários impactos negativos ao ecossistema e aos seus usos múltiplos. A biomassa destes vegetais contribui para aumentar o déficit de oxigênio, formação de sulfeto de hidrogênio (H₂S) e queda do pH da água, além de oferecer um substrato adequado à proliferação de vários organismos indesejáveis (ESTEVES, 2011).

A escolha das medidas de controle e mitigação dos efeitos nocivos de macrófitas em reservatórios a serem utilizadas depende das características ambientais, financeiras e técnicas, deve-se ser estudado para cada local de abrangência (AGEVAP, 2012).

De acordo com Ferreira *et al.* (2016), os métodos de redução das macrófitas aquáticas são: i) controle mecânico e físico; ii) controle químico; iii) controle biológico; iv) reaproveitamento e compostagem da biomassa; e v) manejo sustentável, sendo esse último o mais indicado.

Para um manejo adequado das macrófitas aquáticas em reservatórios são necessárias, principalmente, ações direcionadas ao controle do uso e conservação do solo, proteção das matas ciliares, redução dos pontos de poluição, como a diminuição de aporte de nutrientes e ações diretas sobre estas plantas (THOMAZ, *et al.*, 2003 e POMPÊO, 2008).

De acordo com alguns autores Pompêo (2008), Cezari, *et al.* (2012) e Agevap (2012), é essencial conhecer essas interações entre as bacias e os sistemas aquáticos. É preciso ter um conjunto de programas multidisciplinares e monitoramentos, tendo como finalidade de antecipar possíveis alterações no sistema e acompanhar seus efeitos.

Após a implantação de um reservatório, o regime hídrico é alterado de lótico para lântico, favorecendo assim, um acúmulo de sedimentos e nutrientes através do

represamento da água. Além do mais, o lançamento de efluentes sem tratamento potencializa a perda da qualidade hídrica, sendo esse ambiente, altamente propício para a proliferação descontrolada de macrófitas aquáticas. Salienta-se que essas plantas atingem um ponto de saturação e possuem limitação de absorção de toda a carga de nutrientes de entrada nos corpos de água. Segundo Esteves (2011), a temperatura ideal para absorção de nutrientes é 20°C. Entretanto, a parte do fósforo absorvido é devolvida durante seus ritmos diários e na mortalidade desses indivíduos.

A Pequena Central Hidrelétrica - PCH Carioca (antiga Cachoeira do Rosário), localiza-se na zona rural dos municípios de Pará de Minas e de Conceição do Pará, em Minas Gerais. Nos últimos nove anos, a lâmina de água do reservatório praticamente desapareceu, isto, devido à grande proliferação de macrófitas aquáticas, principalmente aos aguapés - *Eichhornia crassipes*.

Neste contexto objetivou-se analisar uma porção hidrográfica do Rio São João e levantar quais são os principais agentes poluentes a montante do reservatório da PCH Carioca, visando, buscar dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas para os próximos anos.

METODOLOGIA

Caracterização da bacia hidrográfica

A PCH Carioca (antiga Cachoeira do Rosário), popularmente conhecida como reservatório do Lago Azul, é de propriedade da Companhia de Tecidos Santareense. Localiza-se na bacia hidrográfica federal do Rio São Francisco, bacia estadual do Rio Pará, Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, São Francisco 2 - UPGRH SF2 e a montante está uma porção hidrográfica do Rio São João.

Localizada entres os municípios de Pará de Minas e de Conceição do Pará, no estado de Minas Gerais, a barragem do reservatório da PCH Carioca possui as seguintes coordenadas geográficas: Datum SIRGAS 2000, latitude S 19° 48' 23,64" e longitude W 44° 47' 07,19" e cota de 682 metros de altitude em relação ao nível do mar.

De acordo com Ferreira *et al.* (2016), a área de drenagem a montante da PCH



Carioca possui 1.010 km², a extensão do Rio São João é de 113,7 km e a superfície da represa ocupa 156,5 hectares.

O primeiro município a integrar a porção hidrográfica estudada é Itaguara, onde está localizada a nascente do rio São João. Os demais municípios em questão são: Itatiaçu, Itaúna, Carmo do Cajuru, Igaratinga, São Gonçalo do Pará, Conceição do Pará e Pará de Minas.

Obtenção dos dados e visitas técnicas

Em busca do objetivo proposto, foram realizadas duas visitas *in-loco*, uma em janeiro de 2016 e outra em junho de 2021, além de promover a revisão da literatura, com o levantamento de dados que suportem a implantação de estratégias de manejo sustentáveis para controle da proliferação de macrófitas aquáticas na PCH Carioca.

Para elaboração do mapa foi utilizada a Infraestrutura de Dados Espaciais - IDE do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Sisema, bem como, o software QGis 3.16.4 e o Google Earth.

Foi realizada também a caracterização da porção hidrográfica do Rio São João a montante do reservatório da PCH Carioca, bem como, levantamento dos municípios integrantes da área em estudo.

Os indicadores de tratamento de esgoto foram adquiridos por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS para o ano de 2019.

De posse dos dados levantados, por meio de pesquisas exploratórias e geoespaciais, foi apresentado um breve diagnóstico dos usos preponderantes de ocupação do solo dos municípios a montante da PCH Carioca, demonstrando assim, quais são os principais agentes poluentes que contribuem para o desequilíbrio do ecossistema local.

Após essas etapas, foram sugeridas ações sustentáveis e estratégicas para a bacia hidrográfica da PCH Carioca para os próximos anos.

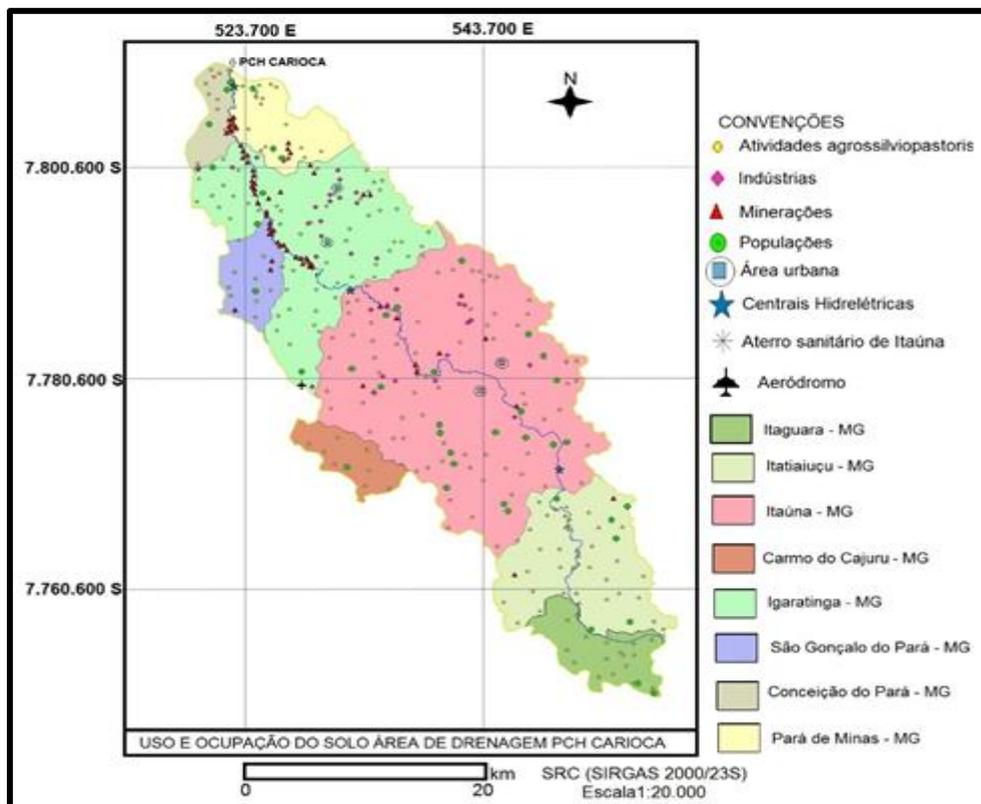
RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Ferreira *et al.* (2016), os municípios a montante da PCH Carioca possuem diferentes seguimentos econômicos. Nas atividades agrossilvipastoris destacam-

se hortifrutigranjeira, silvicultura, avicultura, suinocultura e bovinocultura. Já na mineração, verifica-se extração mineral de areia e argila. No ramo industrial prevalecem a siderurgia, cerâmicas, fundição, curtidora e têxtil. Os principais centros populacionais estão nos municípios de Itaúna e Igaratinga, dentre outros pontos com menor concentração populacional.

Como se pode observar na Figura 1, nas áreas rurais, a atividade preponderante de contribuição da área de drenagem da PCH Carioca é proveniente dos empreendimentos agrossilvipastoris.

Figura 1 - Uso e ocupação do solo da área de drenagem da PCH do Carioca



Fonte: Ferreira *et al.*, 2016, adaptado pelos autores.

Os pontos de extração mineral estão mais adensados a partir de Igaratinga, seguindo por São Gonçalo do Pará, Pará de Minas e Conceição do Pará. A extração de argila é utilizada para a fabricação de tijolos nas diversas cerâmicas existentes nesses municípios e a areia extraída é destinada para a construção civil regional. Muitos desses empreendimentos não possuem sistema de decantação de sedimentos, aumentando assim,



o assoreamento dos cursos d'água da bacia estudada (FERREIRA *et al.*, 2016).

Visualizou-se que os principais contribuintes antrópicos por meio do levantamento geoespacial da área de drenagem da PCH Carioca foram: i) os municípios de Itaúna e Igaratinga que possuem seus perímetros urbanos totalmente inseridos a montante do reservatório e, segundo o SNIS (2019), não tratam seus efluentes domésticos; e ii) região com alta contribuição de poluentes oriundos das atividades agrossilvipastoris, industriais de diferentes tipologias e extração minerária de areia e argila. Salientou-se que o aporte de nutrientes (fósforo e nitrogênio) oriundos de atividades antrópicas a montante do exutório em estudo, acelera significativamente a eutrofização hídrica (ARAÚJO JÚNIOR, 2021).

Foi observada por meio das visitas *in loco* realizadas em 2016 e 2021, a presença da macrófita aquática *Eichhornia crassipes*, bem como do capim *Brachiaria decumbens*, sendo que essas duas espécies muito representativas na extensão da PCH Carioca. Assim, percebeu-se a importância do reservatório para região, nele, eram desenvolvidos diferentes usos múltiplos e, com a degradação da água, todos foram prejudicados.

Com a proliferação descontrolada das macrófitas aquáticas (Figura 2) nos últimos anos, o turismo no reservatório exauriu, a PCH parou de produzir energia, o reservatório perdeu área alagável para os sedimentos, o estado trófico foi consideravelmente elevado, o oxigênio dissolvido diminuiu, os padrões de estratificação térmica e de absorção da energia solar foram alterados; e o pH da água diminuiu. Nesse sentido, verificou-se também o aumento de organismos indesejáveis em detrimento de outros importantes para este ecossistema, como, moluscos e insetos hospedeiros intermediários de parasitoses humanas, além de acarretar a ausência de espécies competidoras (ESTEVES, 2011).

Em trabalhos de campo, verificou-se visualmente perda do volume alagável para os sedimentos sólidos e orgânicos, oriundos das atividades antrópicas a montante da PCH Carioca, da ocupação de *Eichhornia crassipes* e *Brachiaria decumbens*, bem como a mortandade da biota aquática e deposição de algas mortas no fundo do reservatório. Contudo, para aprimoramento do conhecimento referente à taxa de assoreamento, perda de volume estimado do reservatório, nível de contaminação da água, caracterização físico-química e biológica dos sedimentos, serão necessários estudos futuros.

Figura 2: Vista para PCH Carioca tomada por *Eichhornia crassipes*, bem como do capim *Brachiaria decumbens*, em contraste com barco de lazer também afetado.



Fonte: Ferreira *et al.*, 2016, adaptado pelos autores.

Além destes aspectos, a crise hídrica agravou ainda mais os problemas do reservatório, com o volume de água baixo, os usos preponderantes foram diretamente afetados, inclusive a dessedentação de animais. É extremamente importante ter a consciência de que o ciclo hidrológico varia e não é previsível (MELO et al, 2020). Para compensar essas variações no ciclo hidrológico, é necessário administrar de maneira eficaz o recurso hídrico disponível.

Verificou-se que não se deve retirar totalmente as macrófitas aquáticas. Em ambientes com teores adequados de nutrientes, estas plantas ajudam na reciclagem de nutrientes, contribuem para alteração química da água, são fonte de biomassa de microalgas e base alimentar de seres herbívoros.

Para que sejam implantadas ações sustentáveis e estratégicas para controle da proliferação de macrófitas aquáticas, é essencial que haja: i) monitoramento preventivo da qualidade e tempo de residência da água; ii) controle de sedimentos e assoreamento; iii) ações de controle e fiscalização; iv) plano de comunicação social e tratamento da informação qualificada /educação ambiental; v) gestão de conflitos dos usos múltiplos e governança; vi) redução de cargas poluidoras; vii) tratamento dos efluentes; viii) gestão do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica; ix) integração da bacia hidrográfica: políticas públicas, população, indústria, empreendimentos agropecuários, prefeituras, ONG's e



comitês de bacias, moradores, turistas e escolas; x) proteção dos mananciais e busca pela qualidade da água; e xi) banco de dados inteligente e acessível a todos.

As ações emergenciais para a área de drenagem da PCH Carioca são inerentes ao uso e ocupação do solo, deve-se realizar a destinação correta dos resíduos sólidos, controle de sedimentos das atividades minerárias, uso controlado de fertilizantes agrícolas, ampliação das redes coletoras de esgoto e efetivar a operação das ETE's, tanto para efluentes domésticos como industriais, olhar para atividades instaladas nas áreas rurais e urbanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta sub-bacia, além de sofrer com alterações internas do ecossistema lótico transformado em ambiente lêntico, a sua maior vulnerabilidade está no percurso do rio São João. A montante do reservatório, esse rio percorre por alguns municípios que lançam os esgotos sanitários com pouco ou nenhum tratamento, além de receber os efluentes de empreendimentos minerários, agrossilvipastoris e industriais.

As ações propostas preponderantes a serem implantadas em toda a área de drenagem da PCH Carioca para controle sustentável da proliferação das macrófitas aquáticas são: i) busca pela redução do aporte de fósforo e nitrogênio (matéria orgânica); ii) operação e implantação de sistemas de tratamento de efluentes; iii) proteção das matas ciliares; iv) mitigação dos impactos decorrentes das atividades da mineração; v) controle e manutenção da qualidade da água; vi) métodos sustentáveis de uso ocupação do solo; vii) recuperação das áreas degradadas e viii) controle de lançamento de sedimentos. A gestão inteligente do tempo de residência da água do reservatório e proteção do ecossistema natural também são atitudes importantes.

Foi verificado que o maior fator de deterioração da área de drenagem estudada foi associado aos efluentes urbanos. É notório que há muito que fazer e investir, tanto por parte dos gestores públicos municipais, como por parte das concessionárias de água e esgoto.

Portanto, para aplicação das ações sustentáveis e estratégicas para controle da proliferação de macrófitas aquáticas no reservatório da PCH Carioca, será imprescindível governança, integração e participação de todos na gestão local, tais como, a Companhia de

Tecidos Santanense, Municípios; produtores rurais e empreendedores na indústria e no comércio; órgãos ambientais; Ministério Público; comitê de bacia hidrográfica; sociedade em geral; ou seja, todos “protagonistas” inseridos na área de drenagem em questão.

Diversos são os métodos para remoção parcial e controle da proliferação das macrófitas aquáticas, entretanto, se não houver investimentos na revitalização do Rio São João e conscientização de todos, estas ações serão apenas paliativas e pouco expressivas ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. S.; FABRICANTE, J. R. **Macrófitas aquáticas do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil**. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v. 15, n. 1, p. 01-12, 2021, ISSN 1981-8858. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18316/rca.v15i1.7538>. Acesso em 15 de jul. de 2021.

Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP. **Estudos para Identificação, Localização e Quantificação das Causas da Proliferação de plantas Aquáticas, Principalmente Macrófitas, ao Longo da Calha do Rio Paraíba do Sul, Inclusive Braços Mortos, Reservatórios e Afluentes Relatório de Prognóstico**. Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP, Resende/RJ, 56 p. 2012. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/downloads%202012/Prognostico-macrofitas.pdf>. Acesso em 11 de jul. de 2021.

Agência Nacional de Águas. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?.** Agência Nacional de Águas - ANA, Brasília: SAG. v1. 64 p. 2011. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

ARAÚJO JÚNIOR, J.C.M. **Variação temporal e sazonal do estado trófico do rio Maracaípe, litoral sul do estado de Pernambuco**. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v.9, n.1, p.51-64, 2021. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/646>. Acesso em 15 de jul. de 2021.

CEZARI, E.J; Lolis, S. de F. **Biologia da Conservação**. Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus, Bahia, 27 p., 2012. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/59883549/m-8-ebu-7-biologia-da-conservacao>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

CRUZ, H. C; FABRIZY, N. L. P. **Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo**. Revista Brasileira de Energia, Itajubá, v. 4, n.º1. 7p. 1995. Disponível em: <https://www.sbpe.org.br/index.php/rbe/article/download/85/73/>. Acesso em 11 de jul. de 2021.

ESTEVES, F. de A.. Fundamentos da Limnologia, Interciência, 3 ed., Rio de Janeiro, 790 p., 2011.



FERREIRA, I.T.R.; COELHO, R.M.P.; ISLA, L.A.S. **Proposição de ações sustentáveis e estratégicas para controle da proliferação de macrófitas aquáticas no reservatório carioca, Minas Gerais, Brasil.** 2016. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-AQWMZS>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 112 p. 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bfc87>. Acesso em 09 de jul. de 2021.

ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade.** Bookman, Porto Alegre - RS, 412p., 2012.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. **Série Histórica.** Brasília: SNIS – Série Histórica, 2019. Disponível em: < <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/> > Acesso em 14 de jul. de 2021.

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Infraestrutura de Dados Espaciais.** Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2021. Disponível em: idesisema.meioambiente.mg.gov.br. Acesso em: 14 de jul. de 2021.

MELO, Marília Carvalho de et al. AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE: ESTUDO DA CRISE HÍDRICA 2014-2015. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 27, out. 2020. ISSN 2237-8642.

POMPÊO, M. **Monitoramento e Manejo de macrófitas aquáticas.** Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, Butantã, São Paulo, 19 p., 2008. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/portal/macrophytas/all_book.pdf. Acesso em 11 de jul. de 2021.

THOMAZ, S.M; BINI, L.M. **Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas.** Editora da Universidade Estadual de Maringá, PR. 342p., 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sidinei-Thomaz/publication/309384537_Macrofitas_aquaticas_em_Itaipu_Ecologia_e_perspectivas_para_o_manejo/links/582440ab08ae61258e3ce7d5/Macrofitas-aquaticas-em-Itaipu-Ecologia-e-perspectivas-para-o-manejo.pdf. Acesso em 11 de jul. de 2021.