

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SAÚDE
CURSO DE BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GUSTAVO EZEQUIEL DELFINO PINTO LUSTOSA

AVALIAÇÃO DE VANTAGENS, DESVANTAGENS E
DESAFIOS DA RENATURALIZAÇÃO DO LAGO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (SÃO
CARLOS – SP)

SÃO CARLOS -SP
2021

Gustavo Ezequiel Delfino Pinto Lustosa

AVALIAÇÃO DE VANTAGENS, DESVANTAGENS E DESAFIOS DA RENATURALIZAÇÃO
DO LAGO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (SÃO CARLOS – SP)

Trabalho de Conclusão do Curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas da
Universidade Federal de São Carlos
(UFSCar – campus de São Carlos)

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Henrique
Vannucchi Leme de Mattos

Coorientadora: Dra. Sílvia Cláudia
Povinelli

São Carlos-SP
2021

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho à Universidade Pública que está sendo atacada e sucateada em tempos recentes e foi o ambiente que mais me proporcionou crescimento e conhecimento, tornou-me um homem melhor. Não seria nada sem ela.

AGRADECIMENTO

Agradeço ao Sérgio Mattos e Silvia Povinelli que me auxiliaram nesse trabalho, a Odete Rocha, outros professores e colegas que me apoiaram na graduação. Devo também agradecer aos meus progenitores, pois sem eles não estaria aqui.

AVALIAÇÃO DE VANTAGENS, DESVANTAGENS E DESAFIOS DA RENATURALIZAÇÃO DO LAGO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (SÃO CARLOS – SP)

RESUMO: Paisagens com corpos hídricos apresentam elementos e processos ecológicos que garantem qualidade ambiental e qualidade de vida aos seres vivos que as habitam ou frequentam. Intervenções antrópicas nesses cursos d'água feitas ao longo da história, como exemplificado pela construção de barragens para diferentes fins, podem trazer tanto impactos negativos como positivos e, portanto, configurando-se como típicos 'problemas ambientais complexos' ('environmental wicked problems'). Tal é o caso do "Lago da UFSCar", um reservatório símbolo da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar – campus de São Carlos) formado pelo represamento do Córrego do Monjolinho, mas que precisou ser drenado em 2019 por problemas de segurança em sua barragem. Desde então, tem-se estudado alternativas para o corpo hídrico, pois além dos gastos com a reforma na barragem serem muito altos, também a gestão referente a ela se tornou muito complexa em função da legislação vigente. Devido a isso, a alternativa de renaturalização do Córrego do Monjolinho nesse trecho em que corta o campus de São Carlos da UFSCar tem sido cogitada como uma solução adequada para esse problema. Sendo assim, o presente estudo tem o objetivo de analisar os desafios, vantagens e desvantagens associadas à possível renaturalização do Lago da UFSCar em relação aos serviços ecossistêmicos, impactos ambientais, segurança e custos econômicos. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico do histórico do Lago da UFSCar; e foram entrevistados técnicos, pesquisadores e gestores que são especialistas nos temas abordados no trabalho e/ou estiveram envolvidos no processo de drenagem do lago. Os resultados obtidos pelo cruzamento dos dados primários e secundários apontaram que o represamento do Córrego do Monjolinho gerou impactos negativos na sua biota e na qualidade de sua água. Por outro lado, o lago passou a desempenhar serviços ecossistêmicos culturais e abrigar uma nova biota adaptada. Contudo, devido às limitações financeiras e complexidade da gestão de uma barragem pelas modificações legais recentes é muito oneroso para a universidade manter a barragem. Portanto, a alternativa pela renaturalização do Córrego do Monjolinho no trecho em que ele corta a UFSCar é promissora, pois não só seria menos custosa e mais segura em longo prazo, poderá reduzir os impactos ambientais gerados pelo barramento assim como criar um novo símbolo para comunidade. Essas conclusões são corroboradas tanto pelos aspectos teóricos e exemplos nacionais e internacionais já realizados em outros rios, assim como compartilhadas por parte dos entrevistados neste trabalho.

Palavras-chave: Barragem, Corpo Hídrico, Córrego do Monjolinho, Problema Ambiental Complexo, Renaturalização.

EVALUATION OF ADVANTAGES, DISADVANTAGES AND CHALLENGES OF THE RENATURALIZATION OF LAKE AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF SÃO CARLOS (SÃO CARLOS - SP)

ABSTRACT: Landscapes with water bodies present ecological elements and processes that guarantee environmental quality and quality of life for the living beings that inhabit or frequent them. Anthropogenic interventions in these watercourses made throughout history, as exemplified by the construction of dams for different purposes, can bring both negative and positive impacts and, therefore, configure themselves as typical 'complex environmental problems'. Such is the case of "UFSCar Lake", a symbol reservoir of the Federal University of São Carlos (UFSCar – São Carlos campus) formed by the damming of Monjolinho river, but which had to be drained in 2019 due to safety problems in its dam. Since then, alternatives for the water body have been studied, as in addition to the cost of renovating the dam being very high, the management related to it has also become very complex due to current legislation. Because of this, the alternative of renaturalizing Monjolinho river in São Carlos campus of UFSCar has been considered as an adequate solution to this problem. Therefore, this study aims to analyze the challenges, advantages and disadvantages associated with the possible renaturalization of UFSCar Lake in relation to ecosystem services, environmental impacts, safety and economic costs. Therefore, a bibliographical survey of the history of UFSCar Lake was carried out; and technicians, researchers and managers who are specialists in the topics covered in the work and/or were involved in the lake's drainage process were interviewed. The results obtained by crossing primary and secondary data indicated that the damming of the Monjolinho river generated negative impacts on its biota and on the quality of its water. On the other hand, the lake started to perform cultural ecosystem services and shelter a new adapted biota. However, due to the financial limitations and complexity of managing a dam due to recent legal changes, it is very costly for the university to maintain the dam. Therefore, the alternative for the renaturalization of Monjolinho river in the stretch where it crosses the UFSCar is promising, as it would not only be less costly and safer in the long term, it could reduce the environmental impacts generated by the dam as well as create a new symbol for the community. These conclusions are corroborated both by theoretical aspects and national and international examples already carried out in other rivers, as well as shared by the interviewees in this work.

Keywords: Dam, Water Body, Monjolinho river, Wicked Environmental Problem, Renaturalization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Extensão ideal estimada da faixa vegetativa em cada margem para cada função ecológica em metros.....	p.20
Figura 2 - Detalhe de foto área da região em 1969.....	p.25
Figura 3 - Planta de 1938 da cidade de São Carlos.....	p.26
Figura 4 – Fotos do lago em 2021.....	p.28
Figura 5 - Localização da Barragem e as 6 áreas.....	p.37
Figura 6 - Localização da área 1 de risco em caso rompimento da barragem, incluindo a própria barragem do ‘Lago da UFSCar’ e a captação de água do SAAE no Córrego do Espreado - sub-bacia do Rio Monjolinho.....	p.38
Figura 7 - Área de estudo: Campus São Carlos Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).....	p.42
Figura 8 – Esboço da área de revegetação: Esboço da melhor hipótese.....	p.55
Figura 9 – Esboço da área de revegetação em caso do Rio possuir 60 metros de largura.....	p.56
Figura 10 – Esboço da área de revegetação: Hipótese mais pessimista.....	p.57
Quadro 1 - Resposta dos entrevistados à pergunta 2: “O(a) senhor(a) tem acesso a documentos que apontem como era a paisagem da região onde hoje fica o Lago antes da propriedade ser dada à Universidade?”.....	p.45
Quadro 2 - Resposta à pergunta 3: “Eu encontrei algumas fontes que dizem que a barragem sofreu grandes intervenções ou foi mesmo construída em 1970, apesar de o represamento ser anterior. O(a) senhor(a) tem acesso a alguma informação que confirme isso?”.....	p.46
Quadro 3 - Datas prováveis ou certas e as respectivas intervenções no Lago.....	p.47
Quadro 4 - Resposta à pergunta 5: “Quais são os impactos que o represamento causa e quais já foram notados no corpo hídrico em questão?”.....	p.48
Quadro 5 - Resposta dos entrevistados que tratam sobre a legislação e fiscalização atual sobre barragens e como isso afeta a Universidade.....	p.50
Quadro 6 – Resposta à Pergunta 4: “Houve conflito de interesses entre a	

Universidade e outras Universidades envolvidas nesse tema?”p.52
Quadro 7 – Qual a sua posição sobre manter a barragem e lago?.....p.54
Quadro 8 – Resumo das conclusões do presente trabalho.....p.58
Quadro 9 – Resumo das conclusões deste trabalho sobre os principais desafios a serem superados.....p.59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico morfométrico da Represa do Monjolinho (São Carlos – SP)..	p.29
Tabela 2 - Porcentagem de matéria orgânica, areia e silte com argila nos sedimentos em três pontos do Rio Monjolinho.....	p.31
Tabela 3 - Dados físicos e estado trófico de três pontos do Rio Monjolinho. Dados de Peláez-Rodríguez.....	p.32
Tabela 4 - Comparação dos resultados dos trabalhos de Sé (1992), Guerreschi (1995) e Peláez-Rodríguez (2001).....	p.32
Tabela 5 - Resultados de análises de variáveis limnológicas em três pontos do Rio Monjolinho.....	p.34
Tabela 6 - Dados sobre o Sedimento.....	p.35
Tabela 7 - Quadro de classificação quanto à categoria de Dano Potencial Associado.....	p.39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	RELAÇÕES ENTRE SOCIEDADE E CURSO D'ÁGUA: PASSADO, PRESENTE E FUTURO	11
1.2	O "LAGO DA UFSCAR" (SÃO CARLOS-SP) COMO UM TÍPICO PROBLEMA AMBIENTAL COMPLEXO	13
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1	RENATURALIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA: PRÍNCIPIOS E EXEMPLOS	17
3.1.1	Zona Ripária	19
3.1.2	Exemplos Históricos	21
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DO 'LAGO DA UFSCAR' COMO UM PROBLEMA AMBIENTAL COMPLEXO	24
3.3	HISTÓRICO DO LAGO	24
3.4	IMPACTOS DO REPRESAMENTO	29
3.4.1	Qualidade da Água	30
3.4.2	Análise do lodo	34
3.4.3	Assoreamento	35
3.4.4	Problema da Segurança	36
4	MATERIAIS E MÉTODOS	40
4.1	ÁREA DE ESTUDO	40
4.2	LEVANTAMENTOS DE DADOS POR FONTES SECUNDÁRIAS	42
4.3	LEVANTAMENTOS DE DADOS POR FONTES PRIMÁRIAS	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5.1	HISTÓRICO DO LAGO	44
5.2	PROBLEMA DO LAGO COMO PROBLEMA COMPLEXO	47
5.2.1	Qualidade da Água	49
5.2.2	Assoreamento	49
5.2.3	Problema da Segurança	49
5.3	IMPACTOS DO REPRESAMENTO	51
5.4	RENATURALIZAÇÃO	53
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

1.1 RELAÇÕES ENTRE SOCIEDADE E CURSOS D'ÁGUA: PASSADO, PRESENTE E FUTURO.

Segundo Cengiz (2013), grandes civilizações antigas se estabeleceram às margens de ecossistemas aquáticos lóticos (rios e riachos), como a mesopotâmica, ao longo das margens dos rios Eufrates e Tigre; a egípcia, nas do rio Nilo; a indiana, às margens do rio Ganges; paquistanesa, nas do Indo; chinesa, ao longo das margens do rio Huang-Ho; assim como ocorreu mais recentemente na história da humanidade em relação a grandes centros modernos, como Londres, às margens do rio Tamisa, e Praga, nas do rio Vltava. No Brasil, a maioria dos municípios seguiu esse mesmo padrão de povoamento às margens de rios (MORAES, 1999). Porém, conforme o mesmo autor aponta, assim como a maioria dos países que foi colonizado por povos europeus, desde a colonização o Estado (português e mais tarde brasileiro) entendia o território legal como um espaço a ser conquistado e explorado e, portanto, sua função era incentivar a ocupação e defesa. Assim, o povoamento brasileiro ocorreu de maneira não sustentável, levando a degradação de vários habitats, incluindo os ecossistemas aquáticos (MORAES, 1999).

Os ecossistemas lóticos foram constantemente alterados ao longo do tempo por meio, por exemplo, por represamentos ou canalizações, especialmente para atender a expansão urbana (SILVA e PORTO, 2020). Em relação ao represamento, podemos destacar que ele tende a alterar drasticamente características físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas aquáticos, sendo as principais alterações: assoreamento; inundações de áreas adjacentes; redução da mata ciliar (a qual também, junto com outros fatores, aumenta a contaminação alterando propriedades químicas e físicas da água); eutrofização; alteração na biodiversidade; redução da velocidade de correnteza e às flutuações dos níveis da água (TUNDISI, 1993; THOMAZ, 1999).

Devido aos impactos causados pelas ações antrópicas recentemente se busca uma abordagem mais sistêmica dos corpos hídricos nas áreas urbanas, incluindo questões sociais e ambientais, especialmente na requalificação dos cursos d'água. Segundo Silva e Porto (2020), esse processo de requalificação pode se dar em três âmbitos:

1) Restauração ou renaturalização: que busca restabelecer as relações entre a paisagem e os corpos hídricos o mais próximo possível da condição natural;

2) Reabilitação ou recuperação: a qual objetiva restabelecer as condições físicas, químicas e biológicas da água, de um ponto de vista sanitário; e

3) Revitalização: que visa restabelecer as relações entre o corpo hídrico e a paisagem funcionalmente.

A necessidade da revitalização ou renaturalização de vários ecossistemas pelo mundo, incluindo os aquáticos, é tão bem evidenciada cientificamente que a Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) declarou 2021–2030 a “Década das Nações Unidas para a Restauração do Ecossistema” uma vez que, segundo inúmeros estudos que foram apresentados no Quarto Relatório do Painel intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) de 2007, concluíram que esta seria a última década que seria possível reduzir a emissão de gases de efeito estufa e assim impedir um aquecimento médio mundial acima de 2° C de temperatura e assim evitar efeitos ainda mais danosos das mudanças climáticas (DEN ELZEN, 201; UN DECADE ON RESTORATION, 2021).

Vale destacar também que a restauração ou revitalização de rios tem importância estratégica especialmente para o abastecimento de água para a população e devido a isso a legislação estadual do estado de São Paulo já impõe que áreas de mananciais de rios que são utilizados como fonte de abastecimento devem ser preservadas ou recuperadas (APRM), segundo a Lei nº 9866/1997 (SÃO PAULO, 1997). Tal legislação deu origem à lei municipal no município de São Carlos nº13944/2006, a qual define as áreas de proteção e recuperação de mananciais do município (SÃO CARLOS, 2006). inserida no Plano Diretor municipal, a ‘Lei das APREMs’ definiu como uma de suas áreas de preservação e recuperação a nascente do Rio Monjolinho, que fica a montante do lago.

Outra iniciativa do poder público municipal que também buscou avançar na preservação e conservação de bacias hidrográficas foi o decreto nº170/2017 que propôs a criação dos Parques Urbanos de Proteção, Lazer e Educação Ambiental através de Parques Florestais Urbanos (PMSC, 2017). A proposição de tais parques em torno de rios dentro de zonas urbanas com o propósito não só ecológico, para preservação de bacias hidrográficas e da biota local, como também para aproximar a população da natureza sendo um espaço utilizado inclusive para educação ambiental, sendo uma promissora alternativa de renaturalização (LOPES,

2019).

1.2 O “LAGO DA UFSCAR” (SÃO CARLOS-SP) COMO UM TÍPICO PROBLEMA AMBIENTAL COMPLEXO.

O município de São Carlos (SP), delimitado pelas coordenadas 47°30'W e 48°30'W, 21°30'S e 22°30'S, seguiu essa tendência: foi povoado inicialmente às margens de seus cursos d'água, especialmente as do Córrego Gregório (PMSC, 2014). Em relação a recursos hídricos, pode-se afirmar que o município é privilegiado, pois possui uma rica rede hídrica distribuída por todo o território, com cursos d'água pouco caudalosos (LIMA, 2018). Sendo localizado no divisor entre duas bacias hidrográficas (Tietê-Jacaré e Mogi-Guaçu), a maior parte do seu perímetro urbano está situada na sub-bacia do Córrego do Monjolinho (pertencente à bacia Tietê-Jacaré), o qual nasce ao leste do município, nas coordenadas 22°01'40" S 47°50'21"O, seguindo ao norte e depois a oeste, onde adentra na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), na coordenadas 21°59'9"S 47°52'57"O, segue a sudoeste e depois a oeste, onde deságua no rio Jacaré-Guaçu, localizado na coordenadas 22°3'23"S 48° 5'55"O (BARRENHA 2015). Dentro do campus UFSCar foi criada uma barragem no Córrego do Monjolinho, a qual, devido a esse represamento, originou um lago artificial, um reservatório, conhecido popularmente como “Lago da UFSCar” (UFSCAR, 1994).

O campus São Carlos da UFSCar foi fundado em 23 de maio de 1968 pelo Decreto n.º 62.758, a partir da desapropriação da fazenda Trancham, sendo que já havia ocorrido um represamento do Córrego do Monjolinho (embora a data de quando isso ocorreu é incerta), embora a barragem atual parecesse ter sido construída entre 1970 a 1974 (POVINELLI, 2019). O campus também abriga uma reserva do Cerrado, tipo de ecossistema considerado “hot spot” (com alta biodiversidade, mas também muito degradado e em risco) (KLINK e MACHADO, 2005).

O Lago da UFSCar se tornou um importante símbolo da Universidade, propiciando bem-estar, identidade e sendo suas margens centro de vários eventos culturais, oferecendo, portanto, um serviço social importante à comunidade (UFSCAR, 1994). Assim, o lago desempenha o que é chamado de serviço ecossistêmico cultural: Uma definição de serviço ecossistêmico seria qualquer benefício para humanos derivado da natureza, sendo no caso do serviço

ecossistêmico cultural representado por benefícios não materiais ligados ao desenvolvimento cognitivo, enriquecimento espiritual, reflexão, recreação e experiência estética que um ecossistema propicia à humanidade e que não podem ser valorados de maneira monetária (KUMAR, 2010). Todavia, o Lago da UFSCar vem sendo profundamente impactado devido à poluição hídrica, redução de sua zona ripária e por outras influências antrópicas, o que vem diminuindo ou até impossibilitando seu uso recreativo e para outros serviços culturais (SANTOS, 2011). Em relação à limitação do uso recreativo do lago, um dos casos recentes mais marcantes foi em 2018 quando a UFSCar emitiu um alerta desincentivando as pessoas a se aproximarem do lago devido à presença de muitos carrapatos que são vetores da bactéria *Rickettsia ricketts* causadora da febre maculosa (GLOBO, 2018).

Como já explicado, o represamento tende a causar uma série de impactos nos ecossistemas aquáticos e, no caso do Lago da UFSCar, é possível destacar que seu volume se reduziu devido ao assoreamento, e, nos últimos anos, inundava periodicamente, tanto que, em 13 de janeiro de 2013, houve uma precipitação de 116 mm em 24 horas, o que fez o nível do lago ficar até acima da barragem, episódio que levou a Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) a monitorá-lo desde então (DEFESA CIVIL, 2019). Em 2017, foi então feita uma vistoria pela Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de São Carlos, na qual foram constatados sérios danos à estrutura da barragem devido à falta de manutenção ao longo dos anos e a penetração de raízes de árvores na barragem. Tal situação levou a recomendações como as de: ser declarada situação de emergência; efetuar medidas de mitigação; determinar plano de segurança; e realizar estudo de classificação de dano potencial (DEFESA CIVIL, 2019). O estudo foi feito e classificou a barragem em relação à segurança como sendo de risco alto e de dano potencial associado alto, o que resultou em uma série de intervenções feitas pela Universidade, como a abertura de uma das comportas da barragem, limpeza de canais da barragem, entre outros (POVINELLI, 2019).

Apesar dessas ações, o desassoreamento e limpeza completa dos canais da barragem foram avaliados, à época, em mais de R\$ 200 mil, valor acima das possibilidades da Universidade naquele momento e, assim, devido a todas essas dificuldades, atualmente a universidade estuda possibilidades alternativas à

reconstrução da barragem (DEFESA CIVIL, 2019). Uma dessas alternativas seria a renaturalização da área onde atualmente encontra-se o lago, o que envolveria retirar a barragem e modificar a paisagem, trazendo uma série de benefícios. Outra alternativa cogitada foi desviar parte do curso do rio no trecho onde está o lago, criando um lago "off-line" (ou seja, adjacente ao curso do rio), enquanto o resto do corpo hídrico dentro da universidade e suas margens seriam recuperados. Porém, isso envolveria uma engenharia inovadora que não encontra muito suporte na literatura e, por isso, entre outros motivos, foi logo descartado.

A renaturalização é aventada como uma solução viável porque alguns dos seus principais benefícios corrigem boa parte dos problemas já citados: redução de alagamentos; redução no processo de sedimentação e de erosão; melhora na qualidade da água; restauração da biota local (BINDER, 2001). Isso porque o processo de renaturalização busca recuperar os cursos d'água e a vegetação ciliar, regenerando-os para o mais próximo possível de sua biota natural, porém não sendo necessariamente um retorno total à paisagem anterior às interferências humanas, mas sim recuperando a capacidade do ecossistema de cumprir suas principais funções ecológicas (BINDER, 2001).

Todavia, a renaturalização tem seus desafios: é um processo que precisa ser feito em várias etapas, sendo mais complexos que uma canalização, já que, por exemplo; 1) a área necessária para zona ripária gerar condições propícias para vida aquática ou mesmo conservação da biodiversidade terrestre é de dezenas a centenas de metros; 2) há conflitos com leis de propriedade privada; e 3) nem sempre é possível renaturalizar toda a bacia ou sub-bacia hidrográfica tornando os efeitos da renaturalização de apenas uma região imprevisíveis (SILVA, 2003; WEGNER, 2003).

Assim, no caso do lago da UFSCar deve se levar em consideração alguns aspectos:

- Qual seria a área necessária para a zona ripária cumprir suas funções ecológicas, como gerar condições propícias para conservação da biodiversidade aquática e terrestre;
- A biota local (aquática e terrestre) pode estar muito adaptada às condições abióticas geradas pelo represamento e, ao menos temporariamente, isso pode levar a um distúrbio ecológico;
- O lago cumpre uma função social e a renaturalização poderia trazer comoção

na comunidade devido ao lago não estar mais presente na paisagem da universidade;

- Seria renaturalizado apenas parte do Córrego do Monjolinho, mas isso poderia gerar efeitos em outras regiões, como por exemplo, aumento de inundações devido ao aumento de vazão do rio, conforme alegado por alguns, apesar de não haver estudos mais detalhados sobre isso;
- O lago está próximo a uma rodovia e dentro do campus de uma universidade muito movimentada e, portanto, alterações nele é uma questão de segurança não apenas para a comunidade universitária, já que o fim do barramento poderia eventualmente facilitar alagamentos dentro da Universidade e/ou nas rodovias e, assim, causar danos físicos e materiais às pessoas. Como já mencionado, cabe destacar que a avaliação da possibilidade desse risco depende de uma modelagem hidráulica-hidrológica que ainda não foi feita, já que depende de um levantamento topográfico detalhado da bacia hidrográfica do córrego do Monjolinho; e
- Será necessário o descomissionamento da barragem (ou seja, realizar todas as providências para desativar a barragem, seja para reformá-la, destruí-la ou substituí-la), o que pode ser muito custoso.

Todos esses aspectos estão interrelacionados e não podem ser buscadas soluções para eles de forma isolada, mas sim considerando as complexidades geradas por essas interdependências. Dessa forma, a situação atual do Lago da UFSCar e a busca para resolver os seus problemas se encaixam perfeitamente naquilo que Rittel e Webber (1973) definem como “wicked problem” (problema complexo, problema espinhoso ou problema travesso, segundo algumas traduções): são problemas mal formulados; as informações disponíveis sobre eles são confusas; envolvem muitos interesses e grupos decisores com valores conflitantes e suas ramificações em todo o sistema em que se encontram inseridas são confusas de tal forma que as soluções podem ser piores que o problema original. Por isso, problemas desse tipo não devem ser analisados e tentar ser resolvidos de maneira tradicional, ou seja, com planos rígidos e lineares e analisando dados isoladamente (SANTOS, 2017).

No caso aqui estudado, algumas características que o classificam nesta categoria seriam: 1) é difícil formular todas as variáveis envolvidas; 2) informações como quando foi criado o lago, quantas reformas foram feitas, como era a paisagem

anterior, entre outras, são escassas, incertas ou ainda desconhecidas; 3) a região do lago situa-se logo à jusante da captação de água para abastecimento urbano de São Carlos e à montante de área bastante urbanizada do município; e 4) há diversos aspectos financeiros, políticos, sociais e ecológicos sobre os quais pode não haver consenso entre os diferentes grupos envolvidos, como a prefeitura municipal, a universidade, entre outros.

Assim, esse estudo busca levantar dados sobre questões ecológicas, sociais e de segurança envolvidas no caso do Lago da UFSCar a fim de subsidiar um futuro projeto de renaturalização.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo objetiva analisar os desafios, vantagens e desvantagens associadas à possível renaturalização do Lago da UFSCar em relação aos impactos sociais, econômicos e ecológicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos deste trabalho:

- realizar um levantamento do histórico do Lago da UFSCar;
- analisar os impactos causados pelo represamento feito para formação do lago; e
- analisar a alternativa de renaturalização de forma simplificada em relação às mudanças na paisagem e as vantagens e desvantagens ecológicas, econômicas e culturais que esse processo poderá trazer.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1. RENATURALIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA: PRINCÍPIOS E EXEMPLOS

Corpos hídricos em áreas urbanas normalmente sofrem com poluição, desmatamento de sua zona ripária, alteração do seu fluxo e outras características hidrológicas, entre outros danos, o que gera inúmeros prejuízos sociais e ecológicos, como enchentes e baixa qualidade da água para uso, e por isso cada vez mais se buscam meios de requalificação de tais, ou seja, aumentar a qualidade da água para seus múltiplos usos e hoje as principais técnicas podem ser

resumidas em três âmbitos: renaturalização (ou restauração), revitalização e recuperação (ou reabilitação) (SILVA e PORTO, 2020).

A recuperação visa apenas restabelecer as condições químicas, biológicas e físicas para restabelecer sua condição sanitária; enquanto a revitalização busca restabelecer a relação do corpo hídrico e a paisagem de maneira funcional, mas sem privar os vários usos possíveis desse corpo, sendo que muitas vezes a revitalização é considerada uma técnica intermediária entre recuperação e renaturalização (SILVA e PORTO, 2020). Já renaturalização é o processo que busca recuperar os rios e córregos e a vegetação ciliar, regenerando-os para o mais próximo possível de sua biota natural, recuperando a capacidade do ecossistema cumprir suas principais funções ecológicas e haver um desenvolvimento sustentável dos rios e paisagem (BINDER, 2001; SILVA e PORTO, 2020).

Funções ecológicas são todos os processos físicos, químicos ou biológicos presentes em um ecossistema, ou num nível de complexidade menor, que são essenciais para existência da biota presente (KREMEN, 2005). Tais também geram as condições ou próprios serviços ecossistêmicos, que seriam os fenômenos que geram benefícios ao bem-estar humano (KUMAR, 2010). Assim a Renaturalização não tem apenas o objetivo de alterar esteticamente uma bacia hidrográfica, mas sim de restaurar as funções ecológicas de forma próxima ao que existia antes da intervenção humana sem ignorar os serviços ecossistêmicos presentes (BINDER, 2001; SILVA e PORTO, 2020).

Pereira (2001), baseado na Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA) listou quais seriam os principais fundamentos para que a renaturalização seja bem sucedida são:

- Preservação e proteção dos recursos aquáticos (especialmente os relativamente intactos);
- Restauração da integridade ecológica: restabelecer a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos tanto quanto for possível, como sua estrutura, composição e processos naturais das comunidades bióticas e ambiente físico;
- Restauração da estrutura física natural (retornar a estrutura física do corpo hídrico antes da intervenção humana, como desfazer canalização,

barramento etc);

- Restauração da função ecológica;
- Trabalhar no contexto de toda bacia hidrográfica e da paisagem;
- Apontar causas de degradação;
- Uso de um local de referência: Locais de referência são áreas que são comparáveis com a estrutura e função com a área a ser restaurada antes de ser degradada;
- Uso, quando possível, da restauração passiva (apenas reduzindo ou eliminando a causa do distúrbio ecológico e esperar que naturalmente o ecossistema se restaure);
- Uso de espécies nativas e cuidado com as exóticas;
- Uso da bioengenharia quando possível; e
- Monitoramento e adaptação: Cada restauração tende a ser única por isso cada caso precisa ser analisado de maneira especial e o planejamento pode ser alterado constantemente devido a efeitos e eventos inesperados.

3.1.1 Zona Ripária

Segundo Kobiyama (2003), a vegetação que se localiza às margens do rio, sendo parte dela periodicamente submersa em períodos de cheia, é denominada por vários termos, sendo a mais popular "mata ciliar". Mas, segundo esse autor, ela também pode ser chamada de floresta de galeria, área, floresta ou zona ripária, zona de manejo entre outros, variando por área de conhecimento e até região. Todavia, segundo o autor, como essa vegetação não se resume as árvores, mas também a arbustos e gramíneas, assim também como não seria só a vegetação em si que cumpriria a função, mas o solo e o próprio corpo hídrico compondo o sistema, um sistema tridimensional, o termo "Zona Ripária" seria mais apropriado.

A Zona Ripária cumpre várias funções em relação à proteção da bacia hidrográfica, como: proteger o solo de lixiviação, reter sedimentos impedindo ou reduzindo o assoreamento e contribuindo para a qualidade da água. Corpos hídricos em que a zona ripária está degradada tendem a ter temperatura, turbidez, condutividade elétrica e sólidos em suspensão em taxas maiores que corpos hídricos com a zona ripária mais conservada (HINKEL, 2003). Ela também é crucial

para conservação da fauna terrestre, pois além de ser o habitat de muitas espécies pode cumprir a função de "corredor ecológico", ou seja, ser uma região propícia para a migração, reprodução e alimentação para diversas espécies (JACOB, 2003).

Todavia, para a zona ripária cumprir suas funções ecológicas eficientemente, sua faixa vegetativa precisa ter uma largura com extensão propícia (SILVA, 2003). Pelo Código Florestal de 2012 (TAMBOSI, 2015), levava-se em consideração basicamente a largura do leito e bioma no qual ele está inserido, porém a extensão ideal também é influenciada pelo tipo de função desejada, tipo de solo, declividade do solo e outras características físicas e hidrológicas da região (TAMBOSI, 2015). Embora tenha havido mudanças em relação a essa legislação, os aspectos destacados pelo autor devem continuar sendo considerados como parâmetros importantes. Um resumo das conclusões do estudo de Silva (2003) pode ser visto na Figura 1, a qual mostra o valor mínimo (em azul) e máximo (vermelho) que a faixa vegetativa em cada margem deveria ter para cumprir cada função destacada.

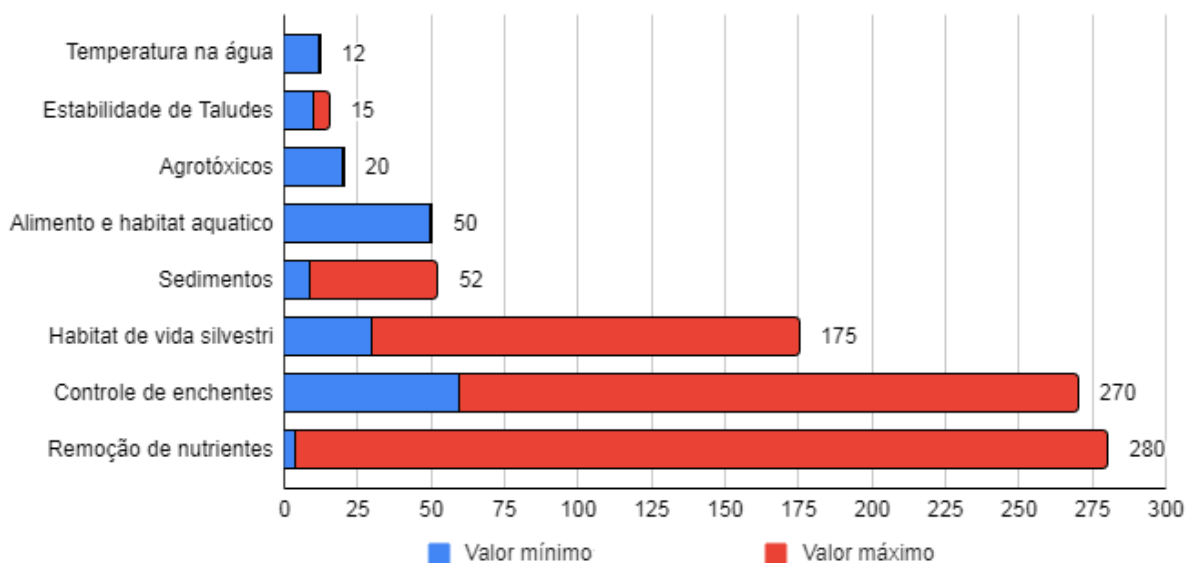


Figura 1 - Extensão ideal (em metros) estimada da faixa vegetativa em cada margem para cada função ecológica em metros. Fonte: Elaborada pelo autor a partir dos dados Silva (2003).

Resumidamente, segundo os cálculos de Silva (2003), para a vegetação ciliar desempenhar suas funções, ela deveria ter:

- Mínimo de 50 metros de largura para cada margem do rio para fornecer boas condições de habitat da vida aquática;
- 30 a 175 metros para condições adequadas para habitat de vida silvestre, em

geral;

- 60 a 270 metros para controle de enchentes; e
- 3,8 a 280 metros para remoção de nutrientes.

3.1.2 Exemplos históricos de renaturalização ou revitalização de rios

Segundo resume Wohl (2015) a humanidade manipula rios desde seus primórdios para reforçar a navegação e reduzir perdas humanas e de propriedade, tornando-os em canais mais uniformes e ecologicamente menos diversos e funcionais. Foi só no século 20 que começaram a ser desenvolvidos grandes projetos de restauração ou revitalização de rios, mas objetivando apenas melhorar a condição dos rios como habitat de peixe além do foco da forma e estética, algo que perdurou até na segunda metade do século 20 quando começou a se focar também na melhoria da qualidade da água. Ainda segundo o autor, o foco na qualidade da água foi impulsionado inicialmente, nos EUA, pela Lei da Água Limpa de 1972 e pela preocupação da sociedade com a poluição da água e, posteriormente, na União Europeia, pela Diretiva Quadro da Água de 2000. A ampla gama de atividades rotuladas como restauração de rios acelerou nas últimas três décadas, particularmente nos EUA, Europa e Austrália. Na última década, diferentes tipos de restauração baseada em processo aumentaram, em conjunto com o apelo de pesquisadores para priorizar a função ou processo do rio na restauração, em vez de apenas a sua forma.

Nas últimas décadas, houve vários projetos de renaturalização interessantes pelo mundo que trouxeram importantes lições, sendo que entre tais podemos destacar no: Rio Anacostia (EUA), Rio Isar (Alemanha), Rio Cheonggyecheon (Coreia do Sul) e no Brasil Rio Mosquito e está ocorrendo agora no Rio Piracicaba (GARCIA, 2013).

Como conta Garcia (2013), o Rio Anacostia situa-se na área urbana de Washington nos EUA e apesar de ser uma bacia hidrográfica em si pequena de extensão (apenas 40 km) estava em uma região muito habitada (mais de um milhão de pessoas). Antes da renaturalização, a área onde se encontrava o rio estava mais da metade impermeabilizada, o que fazia que em períodos com chuvas muito intensas o esgoto não tratado local transbordasse e contaminasse o rio. Foi então que a partir de 2007 várias leis foram criadas para coibir todas as formas de

poluição, especialmente das indústrias próximas, assim também como plantio de plantas nativas aumentando a área permeável e restaurando a vegetação ciliar e houve campanhas para “aproximar” a comunidade local com o rio como *tours* e outras atividades (GARCIA, 2013).

O autor também descreve um caso alemão, o Rio Isar, situado em Munique, que possui 270 km de extensão e a população local era de 1,3 milhão de habitantes (GARCIA, 2013). Ele havia sido canalizado em várias partes afetando negativamente a ictiofauna local, uma vez que certas áreas antes conectadas se tornaram separadas, afetando a reprodução de vários peixes e outros animais aquáticos levando a redução da biodiversidade, além disso, ele sofria com poluição das atividades agrícolas. Foi então em 2000 que, segundo Garcia (2013), começou o “Plano Isar” que já renaturalizar 8 km do curso do rio: diques foram removidos; seções do rio foram alargadas e margens aplainadas; foram introduzidas algumas espécies nativas de peixe assim como plantadas espécies de plantas nativas da vegetação ciliar; entre outros passos. Tudo isso permitiu um desenvolvimento natural do rio e aumento da sua qualidade de água, sendo hoje até possível nadar nele (GARCIA, 2013).

Todavia, um dos casos mais marcante foi o do rio Cheonggyecheon, situado em Seul, Coreia do Sul: Seul é a capital do país há mais de 60 anos, concentrava em torno de um quinto da população do país e o rio, que possui 11 km de extensão, cortava o centro da cidade e por isso foi coberto por trechos da malha viária, ou seja, sendo coberto por uma autoestrada enquanto recebia quase todo o esgoto da cidade (GARCIA, 2013). Até que em 1992 começaram as discussões oficiais para sua renaturalização até que começou a ser implementado em 2002: demolição e retirada das construções de concreto; criadas estações de suprimento de água; criado um sistema de tratamento de esgoto que antes era despejado no rio; entre outras ações (GARCIA, 2013). Provavelmente graças a este processo já é possível constatar além da melhoria estética, a redução da temperatura média da área central em torno de 3,6° C até mesmo formação de brisas, aumento da biodiversidade, aumento do turismo local entre outros (GARCIA, 2013).

Tratando-se de casos no Brasil, ocorreu um projeto de revitalização em 1977, em Minas Gerais, no o rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, projeto que foi batizado de “Manuelzão”: Sendo uma iniciativa da

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), contou com voluntários, professores, pesquisadores e outros, financiamento e ajuda do Governo Estadual, foram feitas políticas como educação ambiental, reconstrução de habitantes, plantio de espécies nativas nas margens, construção de estações de tratamento de esgoto, entre outras medidas (AFONSO, 2011; GARCIA, 2013). Os resultados já foram constatados com a melhoria da qualidade da água e aumento da diversidade de macroinvertebrados bentônicos e de peixes (AFONSO, 2011; GARCIA, 2013).

Outro exemplo histórico, mais recente, foi o projeto de revitalização do Rio São Francisco: A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco possui área de drenagem de 640 mil km² que envolve 13 milhões de habitantes e sete estados (Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e alguns segmentos do Distrito Federal), com extensão de 2.863km e com vários usos de solo em áreas diferentes de toda sua extensão (CASTRO, 2017; GARCIA, 2013). O programa de revitalização do São Francisco teve origem em 2001 por meio de Decreto Federal, sendo contemplado no Plano Decenal de Recursos Hídricos da sua bacia tendo como principais demandas: esgotamento sanitário, controle dos processos erosivos, resíduos sólidos e pequenas obras (CASTRO, 2017; GARCIA, 2013). Assim, o projeto reuniu em torno de 300 propostas que incluíram, também, ações de controle de poluição, recuperação de mata ciliar e práticas de educação ambiental (CASTRO, 2017; GARCIA, 2013). O esgotamento sanitário atendeu, inicialmente, todas as 101 cidades localizadas na calha do rio São Francisco, incluindo não só as redes de coleta e estações de tratamento, mas também as ligações das residências às redes coletoras, minimizando, desta forma, problemas sociais e passivos ambientais, contudo pelos recursos aplicados terem sido abaixo do necessário, a aplicação ter sido pouco articulada e sem continuidade, os demais objetivos não foram plenamente alcançados (CASTRO, 2017; GARCIA, 2013).

Atualmente está ocorrendo também um grande projeto de revitalização no Rio Piracicaba e Médio Tietê que teve relativo sucesso na recuperação da qualidade de água e restauração de paisagem, porém não teve o mesmo sucesso em relação à restauração das funções ecológica e aumento da biodiversidade (FERNANDES, 2017).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DO ‘LAGO DA UFSCAR’ COMO UM PROBLEMA AMBIENTAL COMPLEXO

O termo ‘Wicked Problems’, traduzido normalmente como “Problemas Complexos”, “Problemas Espinhosos” ou, em uma tradução mais livre, “Problemas travessos”, foi cunhado por Rittel em 1973 por perceber que técnicas lineares não eram eficientes em atividades relacionadas ao design e planejamento urbano e destacou 5 características básicas desses Problemas Complexos (SANTOS 2017):

- é impossível definir com perfeição e detalhes o fenômeno, pois ele se altera com o tempo e tem muitas variáveis
- não é possível dar uma única solução definitiva ao problema
- logo, os Problemas Complexos nunca são definitivamente solucionados
- as consequências desses Problemas e intervenções neles são plenamente revisíveis e nem reversíveis
- cada Problema Complexo é singular, tendo particularidades únicas.

Logo o termo foi sendo ampliado para descrever fenômenos sociais (RITTEL e WEBBER, 1973), porém tem sido cada vez mais aplicado à política e gestão ambientais para descrever o tipo de problemas (“wicked environmental problems”) dos quais elas tratam (HOWES, 2012).

Devido a essas particularidades, o documento “*Tackling Wicked Problems*” recomenda nove estratégias quando se trata desse fenômeno (SANTOS, 2017):

1. Pensamento holístico e não parcial ou linear;
2. Abordagens flexíveis e inovadoras;
3. Capacidade para trabalhar com várias instituições;
4. Estimular e explicar a necessidade de debater quadros de responsabilização;
5. Envolver efetivamente os stakeholders e os cidadãos no conhecimento do problema e na identificação das soluções;
6. Necessidade de desenvolver novas competências;
7. Melhorar o conhecimento sobre mudanças de comportamentos;
8. Estratégias e foco claros;
9. Tolerância para a incerteza e aceitação de projetos de longo prazo. (SANTOS, 2017, p.122)

3.3 HISTÓRICO DO LAGO

A região onde hoje se encontra o “Lago da UFSCar” pertencia à Fazenda Trancham, na qual já havia um represamento no curso do rio Monjolinho (DEFESA CIVIL, 2019). A fazenda possuía pequenas plantações de laranja e criações de cavalos, frangos, porcos para consumo próprio e comércio, além de já existir o

bosque de *Pinus*, mas já muito degradado devido ao trânsito de animais (RODRIGUES, 1969). Em 23 de maio de 1968, foi fundado o campus de São Carlos da UFSCar pelo Decreto Federal n.º 62.758, desapropriando essa fazenda e, assim, a represa passou a ser propriedade da UFSCar (DEFESA CIVIL, 2019) e, como pode ser visto na Figura 2, nesse momento havia apenas algumas construções na região do entorno do lago. Todavia, detalhes sobre a presença do lago em período anterior à fundação da UFSCar são incertos. Entretanto, uma planta de 1930 da cidade de São Carlos (Figura 3) não apresenta nenhuma represa na região onde atualmente é a UFSCar, delimitado por um círculo vermelho, sendo possível afirmar, portanto, que provavelmente o represamento ocorreu entre 1930 a 1969.



Figura 2 - Detalhe de foto área da região em 1962 (lago delimitado por linha vermelha). Fonte: Cobertura Aerofotogramétrica do Estado De São Paulo- Fundação da Universidade de São Carlos, 1969.

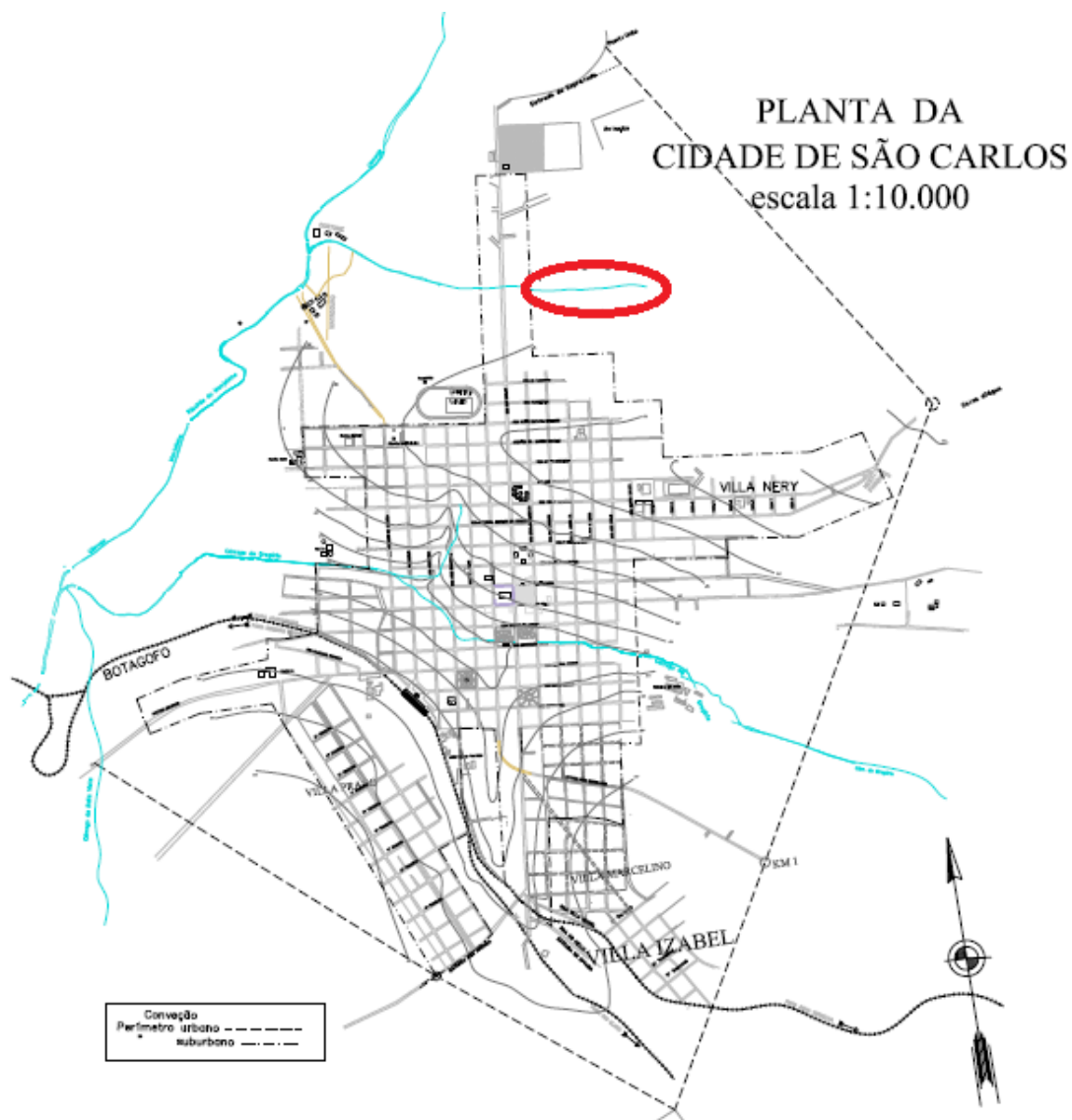


Figura 3 - Planta de 1938 da cidade de São Carlos. Fonte: Pró-Memória, 2014

Intervenções feitas pela universidade no lago e na barragem também são incertas, mas é documentado que entre 1994 a 1996 houve obras de desassoreamento a pedido do órgão municipal de abastecimento de água (Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Carlos - SAAE), custando, à época, em torno de 125 mil reais (TOPPA, 2003), as quais envolveram a dragagem de 24.000m³ de sedimentos, a regularização da vazão da água, o plantio de 8.000m² de grama nas suas margens e a construção de ponte para pedestre (UFSCar, 1996). Em 1997, foi elaborado um plano alternativo para a proposta de urbanização das suas margens para plantio de plantas nativas para restauração da zona ripária (TOPPA, 2003). A proposta não foi implementada e, em 1998, a Universidade foi autuada por crime ambiental pela abertura de estrada e drenagem de área alagada, resultando num

Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental (TCRA nº 167/98) acordado entre a UFSCar e o Ministério Público, que determinou o raleamento do bosque de *Pinus sp* pela retirada de todas as árvores com circunferência a altura do peito (CAP) menor que 90 cm e o plantio de 2.050 mudas de espécies nativas. Já no ano de 1998, foi feito um levantamento batimétrico de precisão e o segundo levantamento aerofotogramétrico visando levantar dados e avaliar futuras propostas e acordos sobre o lago (HENKE-OLIVEIRA & TOPPA, 1998). Apesar de todos os esforços, algum tempo depois o lago passou a sofrer eutrofização, tendo periodicamente alto florescimento de algas dos gêneros *Synura sp*, e *Mallomonas sp*. (REGALI-SELEGHIM, 2001).

No ano de 2002, a barragem do Monjolinho sofreu uma nova intervenção, causada por problemas com a comporta que servia para evitar sobrecarga pelo excesso de água, o qual poderia levar ao rompimento da barragem (TOPPA, 2003). Segundo essa mesma fonte, o esvaziamento causou impactos ambientais negativos e positivos, como a morte de muitos peixes à jusante, apesar de também haver grande limpeza do reservatório e, assim, reduzindo tanto a poluição quanto atrasando por anos a necessidade de outras intervenções para desassoreamento.

Já em 2013, houve uma precipitação de 116 mm em 24 horas, levando o nível do lago ficar acima da barragem o que fez a Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) monitorá-lo desde então, o que levou em 2017 a Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) de São Carlos e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE - SP) fazerem uma vistoria que constatou danos à estrutura da barragem e recomendou declaração de situação de emergência, efetuar medidas de mitigação, determinar plano de segurança, custos e estudo de classificação de dano potencial (DEFESA CIVIL, 2019). Nessa vistoria da Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC), foi constatado que as dimensões do lago antes da intervenção eram: altura máxima do corpo da barragem acima da fundação de 4,28m; a extensão máxima do reservatório de 420m; superfície superior com 65m de extensão e 6,70m de largura; capacidade máxima do reservatório de 58.914 m³ (DEFESA CIVIL, 2019). Já na classificação de segurança, a barragem foi considerada como de **risco alto** e de **dano potencial associado alto**. Todas as recomendações feitas a partir dessa vistoria foram, ao menos parcialmente, executadas nos anos seguintes, especialmente pela Divisão de Defesa Civil de São

Carlos (DDC) de São Carlos, Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE), Corpo de Bombeiros, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo e a própria Universidade, sendo drenado o lago, feitas limpezas e manutenções como limpar canais da barragem e abrir uma das comportas (DEFESA CIVIL, 2019). Assim hoje o lago está com pequeno volume de água poluído como é possível ser visto na figura 4. Apesar dessas ações, o desassoreamento e limpeza completa dos canais da barragem foram avaliados, na época da vistoria, em mais de R\$200 mil, valor acima das possibilidades da Universidade na época. Assim, devido a todas essas dificuldades, atualmente a universidade estuda a possibilidade de retirar a barragem e renaturalizar o corpo d'água, entre outras possibilidades (DEFESA CIVIL, 2019).



Figura 4 – Fotos do lago em 2021: Retiradas em 28 de agosto de 2021. Fonte: Paola Camargo Sartori.

O trabalho de Toppa (2003) também resgatou o histórico morfométrico e adicionando dados de Barrili (2012) e de Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) (2019) podemos resumir o histórico do lago na Tabela 1:

Tabela 1 - Histórico morfométrico da Represa do Monjolinho (São Carlos – SP).

Parâmetro	Ano					
	1979	1988	1996	1998	2012	2019
Comprimento máximo (m)	500	428	420	438	-	420
Comprimento efetivo (m)	-	428	420	406	-	-
Largura máxima (m)	-	147	144	143	-	--
Largura média (m)	-	-	137,3	107,0	-	-
Perímetro (m)	-	1.074	1.038	1.068	-	-
Área (m ²)	47.400	48.997	57.675	46.883	47.157	-
Volume (m ³)	72.241	-	73.071	79.846	73.251	58.914
Profundidade máxima (m)	2,9	-	3,0	3,0	3,00	-
Profundidade média (m)	1,52	-	1,27	1,70	1,70	-
Profundidade relativa (m)	1,18*	-	1,11	1,23	-	-
Desenvolvimento de linha de praia	1,34*	1,37	1,22	1,39	-	-
Desenvolvimento do volume	1,57	-	1,27	1,70	-	-
Declive médio (%)	-	-	2,21	4,87	-	1,483

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados de Toppa (2003), Barrili (2012) e Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) (2019).

3.4 IMPACTOS DO REPRESAMENTO NO CÓRREGO DO MONJOLINHO (SÃO CARLOS - SP)

O represamento de corpos aquáticos tende a alterar suas características físicas, químicas e biológicas (TUNDISI, 1993; THOMAZ, 1999). No caso do Lago da UFSCar, os efeitos do represamento foram estudados ao longo do tempo por vários pesquisadores, mas em relação à qualidade da água podemos destacar seis pesquisas que demonstram uma evolução da condição do Lago tanto ao longo do tempo quanto especialmente: Sé (1992), Guerreschi (1995), Mendes (1998), Barreto (1999), Peláez-Rodríguez (2001) e Santos (2011).

3.4.1 Qualidade da Água

Vários estudos foram realizados nas últimas décadas para avaliar a qualidade da água na bacia hidrográfica do Córrego do Monjolinho. Sé (1992), por exemplo, dividiu em 5 subsistemas o Córrego do Monjolinho para avaliar a qualidade de suas águas em diferentes trechos, sendo:

- 1º subsistema: nascente, com menos ocupação e atividade antrópica;
- 2º subsistema: com maior parte da ocupação e atividade urbanas (com lançamento de esgoto sanitário e industrial), sendo que este inclui o Lago da UFSCar;
- 3º subsistema: com sinais de recuperação da qualidade da água (trecho com presença de vegetação nativa e pouca atividade humana);
- 4º subsistema: o qual tem nova queda de qualidade da água devido às atividades agroindústrias e à ocupação rural;
- 5º subsistema: foz, onde há recuperação parcial da qualidade da água.

Guereschi (1995) concluiu que uma variação física e química da água era devido à ação antrópica e que, à época, havia na nascente do Córrego do Monjolinho diversidade significativa de espécies (segundo Índice de Shannon-Weaver, H), a diversidade era superior a 2,5) e havia a presença de bioindicadores de qualidade (como Ephemeroptera), enquanto em outras estações havia uma diversidade de espécies moderadamente menor ($H' < 1,5$), sendo que espécies facultativas e tolerantes à poluição, como *Chironomus* spp. e *Oligochaeta* spp., eram mais comuns.

Já Mendes (1998) dividiu o Córrego do Monjolinho em três grupos: 1) nascente; 2) urbanizado; e 3) foz/rural. O 'Lago da UFSCar', nessa classificação, pertence ao grupo urbanizado, sendo que essa área urbana era a principal fonte de impacto, enquanto havia uma significativa capacidade de auto recuperação em direção à foz indicada por parâmetros físicos e químicos, apesar da comunidade macrobentônica estar impactada em todo rio.

Já Barreto (1999), em sua análise sobre o lago, encontrou metais como ferro, manganês e zinco, sendo apenas zinco possivelmente por contaminação antrópica (efeito de queimadas em plantações de cana-de-açúcar), já que os demais estariam associados ao tipo de solo. Por sua vez, Peláez-Rodríguez (2001) avaliou a qualidade de água da bacia do Alto Jacaré, mais especificamente do Rio Monjolinho

e do Ribeirão Feijão, onde coletou sedimentos em pontos específicos, sendo M1 na nascente, M2 área pouco anterior ao Lago e M3 compreendo desde o Lago a área extremamente urbanizada até o ponto de encontro do Córrego da Água Fria com o Monjolinho, além de outros pontos do Rio Monjolinho e Ribeirão Feijão no município. Apesar das diferenças de objetivos de trabalho, é possível analisar pela diferença entre o ponto M2 e M3 os efeitos do represamento, mas também tendo a contribuição dos impactos da urbanização como esgoto domiciliar e industrial. No caso, é possível constatar que há uma redução de matéria orgânica e outros sedimentos do ponto M2 ao M3 como mostra o Tabela 2, confirmando a hipótese que a barragem retém muitos materiais, o que implica em maior assoreamento pelo acúmulo de sedimentos (com exceção de areia) e eutrofização do lago. Entretanto, a qualidade da água tem forte redução entre os dois pontos (Tabela 3) quando avaliado a alcalinidade, dureza da água, estado trófico (período seco), demanda química de oxigênio (parâmetro para medir a concentração de matéria orgânica). Além disso, o autor comparou seus dados (Tabela 4) com as pesquisas anteriores citadas aqui e mostrou que já estava havendo aumento do fósforo total e compostos nitrogenados (exceto nitrogênio orgânico e nitrito) apontando aumento de trofia em sentido a nascente.

Tabela 2 - Porcentagem de matéria orgânica, areia e silte com argila nos sedimentos em três pontos do Rio Monjolinho.

	Ponto de Amostragem	Matéria Orgânica	Areia	Silte + Argila
Período Chuvoso	M1	1,84	93,43	6,57
	M2	4,49	69,59	30,41
	M3	-	-	-
Período de Estiagem	M1	0,62	95,07	4,93
	M2	0,50	92,42	7,58
	M3	0,23	98,33	1,67

Fonte: Elaborada pelo autor através dos dados de Peláez-Rodríguez (2001).

Tabela 3 - Dados físicos e estado trófico de três pontos do Rio Monjolinho.

Ponto de Amostragem	Alcalinidade (mg/L)	Dureza (mg/L)	Demanda Química de Oxigênio	Estado Trófico
M1	8	8	6	Eutrófico
M2	8	8	6	Eutrófico
M3	40	28	54	Hipereutrófico

Fonte: Elaborado pelo autor pelos dados de Peláez-Rodríguez (2001).

Na Tabela 4, podemos ver um resumo da tabela original de Peláez-Rodríguez (2001) comparando seus resultados com os de Sé (1992) e Guerreschi (1995). Para os objetivos deste trabalho, foram considerados apenas os resultados dos pontos M1 e M3, pois representam, respectivamente, o ponto anterior ao Lago e posterior. Entretanto, é importante recordar que o ponto M3 analisa águas que tanto sofrem efeito do represamento quando efeitos da poluição e despejo do esgoto industrial e doméstico da área urbana. De todo modo, é possível constatar que, de maneira geral, entre os pontos M1 e M3 houve aumento da concentração dos elementos destacados, os quais, em excesso, são tóxicos e/ou apontam sinais de eutrofização ou outros distúrbios ecológicos, resultando em baixa qualidade da água. Apesar dos resultados no ponto M3 do trabalho Peláez-Rodríguez (2001) (Tabelas 2 a 4) representarem trecho com despejo de esgoto industrial e domiciliar, eles são também possíveis indicativos de que devido o represamento do Córrego do Monjolinho contribui para a poluição e conseqüente redução da qualidade de sua água.

Tabela 4 - Comparação dos resultados dos trabalhos de Sé (1992), Guerreschi (1995) e Peláez-Rodríguez (2001).

	Ponto de Amostragem	Sé (1992)	Guerreschi (1995)	Peláez-Rodríguez (2001)
Fósforo Total	M1	46	29	210
	M3	772	984	1230

Nitrogênio Orgânico	M1	1465	718	2000
	M3	7458	6005	3200
Amônia	M1	42	27	76
	M3	2975	2325	3100
Nitrato	M1	721	483	890
	M3	574	294	780
Nitrito	M1	2	1	4
	M3	47	3	7

Fonte: Peláez-Rodríguez (2001) modificada pelo autor.

Já o trabalho de Santos (2011) analisou as variáveis limnológicas (material em suspensão, turbidez, temperatura, oxigênio dissolvido, DBO5, pH, carbono orgânico e inorgânico, condutividade, nitrogênio orgânico total, nitrato, nitrito, amônio e fósforo total e dissolvido) em fevereiro/2007 a agosto/2008 do 'Lago da UFSCar' em três pontos:

- Ponto 1: localizado a montante do Lago e depois do Parque Ecológico Municipal Antônio Teixeira Vianna' e do córrego do Espraiado;
- Ponto 2: localizado a montante da barragem do reservatório, ou seja, no lago em si; e
- Ponto 3: a jusante do Lago.

Como mostrado na Tabela 5, quase todas as variáveis analisadas por Santos (2011) estavam dentro do aceitável pela legislação, assim como as variáveis anteriormente citadas, mas não colocadas na tabela, as quais não tinham diferença estatística entre os três pontos. Assim, apesar dos resultados do estudo de Santos (2011) terem chegado a valores da maioria das variáveis dentro do aceito pelo CONAMA (357/05), os valores de fósforo total e turbidez apontam para um ecossistema extremamente degradado e eutrofizado nos três pontos, tendo piora quanto mais se afasta da nascente. Conforme destacado por Santos (2011),

fazendo referência a estudos anteriores feitos por outros pesquisadores:

De acordo com dados de inventários prévios (Campagna 2005, Fusari 2006, Sé 1992, Pelaéz-Rodríguez 2001, Peres 2002, e Viana 2005) é possível observar a degradação da qualidade ambiental no sistema Monjolinho, na medida em que os pontos se afastam da nascente. [...] Os resultados sugerem que as chuvas, as pressões antrópicas e o barramento (no caso do reservatório) sejam os principais fatores determinantes das características (químicas, físicas e biológicas) atuais das águas do rio do Monjolinho. (SANTOS, 2011, p.14)

Tabela 5 - Resultados de análises de variáveis limnológicas em três pontos do Rio Monjolinho.

Variável	P1	P2	P3	Diferença significativa
Turbidez (UNT)	8,22 ±7,32	11,92 ± 10,65 (Max 43,2)*	12,15 ± 10,79 (Max 43,3)*	Não
O2 (mg/L)	6,21 ±0,68	6,86 ± 0,76	7,15 ± 0,63	P1 < P2; P1 < P3
DBO (mg/L)	1,79 ±0,81	3,54 ± 0,91	2,77 ±0,93	P2 > P1
P-Total (µg/L)	102,30 ±81,55	118,83 ± 89,12*	159,59 ± 122,89	Não

Fonte: Santos (2011) modificada pelo autor.

3.4.2 Análise do Sedimento do Reservatório

Uma maneira eficaz de análise de corpos hídricos é a análise do seu sedimento, pois é onde se acumula substâncias presentes na água (SANTIAGO, 2014). Baseado nisso, Povinelli (2018) e sua equipe coletaram e analisaram amostras do sedimento do Reservatório em setembro de 2017, sendo que os resultados podem ser vistos na tabela 6. Sendo os valores das colunas “Nível” 1 e “Nível 2” os valores legislados pelo CONAMA 454/2012 considerados como, respectivamente limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota e limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota. Como é possível constatar, a concentração da maioria dos metais destacados está acima do Nível, mas ainda baixo, mas alguns próximos, do Nível 2.

Tabela 6 - Dados sobre sedimento

Metal	Local de amostragem			Nível 1	Nível 2
	ME	MD	CF		
Cd	1,3	1,2	1,55	0,6	3,5
Pb	8,5	12,5	29,0	35	91,3
Cu	30,75	42,15	71,73	35,7	197
Cr	20,8	24,65	39,80	37,3	90
Ni	12,6	14,75	27,85	18	35,9
Zn	169,70	173,25	255,05	315	315

Fonte: Povinelli (2018). Sendo ME = margem esquerda, MD = margem direita e CF = comporta de fundo.

3.4.3 Assoreamento

Todo curso de água tende a um equilíbrio sobre transporte de sedimento, seja por arrasto e saltitação junto ao leito seja em suspensão na corrente e haja certa deposição desse sedimento no fundo quando o fluxo natural se encontra em menor velocidade especialmente na construção de um reservatório, pois tal alterara características hidrológicas do curso d'água (entre elas a velocidade do fluxo de água) (CABRAL, 2005). Logo, aumentar a deposição de sedimentos pode dar origem ao assoreamento, o qual levará a redução do volume do corpo hídrico, e mesmo na ausência desses fenômenos, ele pode gerar a impossibilidade de operação de comportas de órgãos de adução e descarga, e o prolongamento do efeito de remanso (água estagnada), com a conseqüente elevação de níveis de enchente a montante (CABRAL, 2005).

Em relação ao reservatório conhecido como “Lago da UFSCar”, originado

pelo represamento do Córrego do Monjolinho, ele se encontra assoreado há muitos anos, impondo a necessidade de muitas intervenções, as quais foram analisadas no trabalho de Toppa (2003) onde também trouxe dados importantes como o histórico morfométrico mostrado na Tabela 1. E com esses dados, especialmente os dos anos de 1979 e 1998, foi possível ao referido autor calcular que a taxa de assoreamento era estimada para a represa de 652,4 a 915 m³/ano, entretanto essa taxa pode ter se alterado ao longo dos anos, provavelmente para pior, devido ao aumento de sedimentos despejados na bacia ocasionado pelo aumento da urbanização e da agricultura à montante do lago.

3.4.4 Problema da Segurança

Apesar de haver barragens no Brasil desde os primórdios de sua colonização, só em 2010 foi criada uma lei específica sobre o tema, a Lei nº 12.334, conhecida como Lei de Segurança de Barragens, que entrou em vigor em 20 de Setembro de 2010, sendo complementada pela Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 e legislações estaduais, sendo considerado, portanto, que ainda está em fase de implementação (ANDRETTA, 2020). Segundo o inciso III do Art. 2º, desta lei, a segurança da barragem deve visar não só a condição para manter sua integridade estrutural e operacional, mas também a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente (BRASIL, 2010). Assim a análise da segurança de uma barragem envolve vários fatores e áreas de conhecimento, impondo que a análise e gestão de sua segurança envolva uma equipe multidisciplinar.

Em relação ao enquadramento de um reservatório na Lei 14.066, isso depende de fatores como: a altura de seu maciço, a capacidade total do reservatório, possuir resíduos perigosos ou possuir categoria de dano potencial associado, médio ou alto. Algumas dessas definições contidas no artigo 2º da lei mencionada são importantes para melhor entendimento como destacou o relatório da Povinelli (2019):

segurança de barragem: condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente;

gestão de risco: ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos;

empreendedor: agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou

que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade. (Sendo o empreendedor, no caso presente, a Universidade Federal de São Carlos – UFSCar;

órgão fiscalizador: autoridade do poder público responsável pelas ações de fiscalização da segurança da barragem de sua competência. Que no caso foi o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE. (POVINELLI,2019, p. 2)

A vistoria feita pela feita Divisão de Defesa Civil (DDC) de São Carlos e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de São Carlos também fez um estudo que apontou 6 áreas de possível risco de impacto, em caso de rompimento da barragem do Rio Monjolinho: 1) na barragem do campus da UFSCar; 2) à jusante da barragem do campus da UFSCar - indústrias e da rodovia SP-318; 3) Rodovia Washington Luiz (SP-215); 4) Kartódromo e confluências do córrego Santa Maria do leme; 5) ponte sobre o Rio Monjolinho na região da “Casa Branca”; e 6) Ponte sobre o Rio Monjolinho na confluência dos Córregos Gregório e Mineirinho. (DEFESA CIVIL, 2019), como pode ser visto na Figura 5.

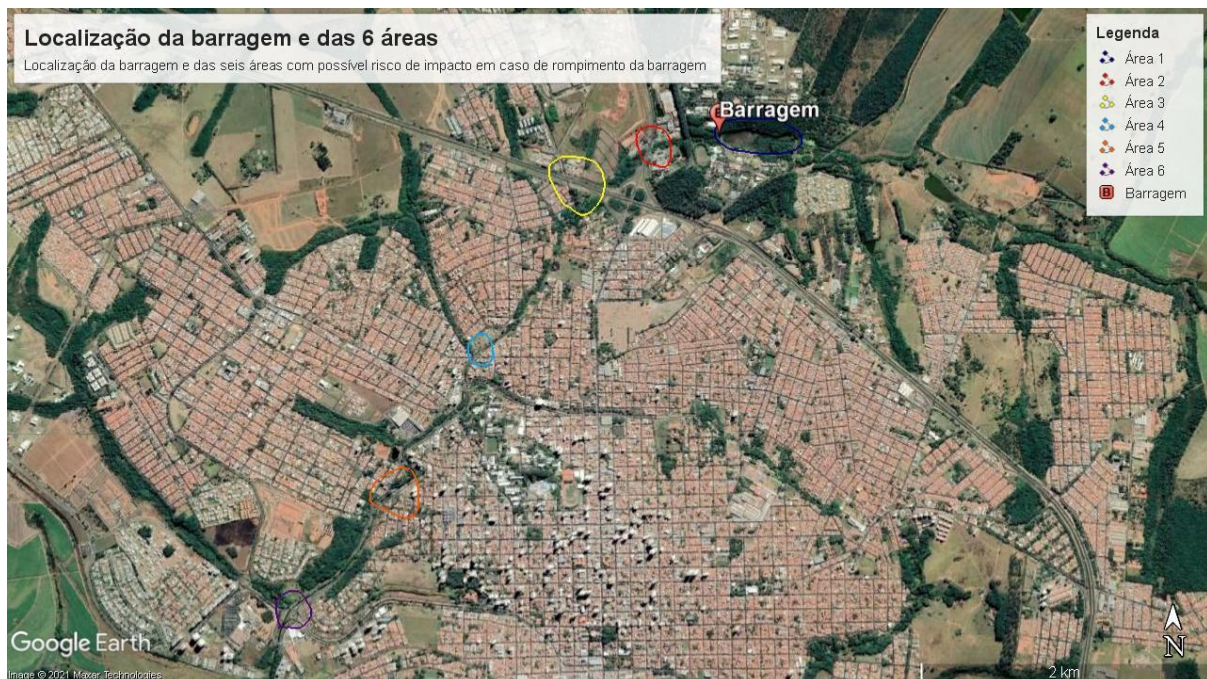


Figura 5 – Localização da barragem e das 6 áreas. Fonte: Elaborado pelo autor a partir de foto da região de 4/2020 disponível no Google Earth Pro.

Em relação à primeira área (barragem no campus da UFSCar, onde localiza-se o 'Lago da UFSCar'), a qual pode ser vista em detalhes na Figura 6, o estudo destacou os seguintes riscos: deslocamento de todo o volume de água à jusante; deslocamento de limo e matéria orgânica e solo depositados no leito do lago;

rebaixamento brusco do nível da água no rio à montante, no local da captação de água pelo SAAE do Córrego do Espraiado, impossibilitando o envio de água para consumo na cidade. Assim, o estudo demonstrou alto risco de rompimento da barragem, podendo levar a danos às pessoas, materiais e ao meio ambiente, não só no próprio campus da UFSCar, mas em outras regiões da bacia (DEFESA CIVIL, 2019).



Figura 6 - Localização da área 1: Localização da barragem, 'Lago da UFSCar' e tomada de água do SAAE no Córrego Monjolinho. Fonte: Elaborado pelo autor a partir de foto da região de 4/2020 disponível no Google Earth Pro.

Em decorrência do estudo da Defesa Civil (2019), Povinelli (2019) fez um relatório para calcular a Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA) da barragem do Lago da UFSCar, que são análises que classificam a barragem em nível alto, médio e baixo sobre características da barragem e segurança (para CRI) e potencial de perda humana, ambiental e social (DPA).

Em relação à Categoria de Risco (CRI), a barragem foi avaliada pelo nível alto pelas seguintes questões:

- a) A Barragem do Monjolinho apresenta altura aproximada de 4,30m

b) Comprimento aproximado da barragem 6,7m c) Tipo de barragem desconhecido d) Tipo de fundação desconhecido e) A barragem foi construída entre 1970 e 1974 e, portanto, com menos de 50 anos f) Vazão de projeto desconhecida g) Danos de processos invasivos de árvores e suas raízes nos canais do vertedouro e canais extravasores a jusante. Comportas dos extravasores travadas sem manutenção. Entupimento nos canais de vertedouros laterais na margem esquerda e perdas fora do canal do vertedouro da margem direita. h) Não existe adução na barragem i) Bermas sem calhas. Danos de processos erosivos no talude a jusante. j) Danos no pavimento asfáltico, na calçada de concreto na crista do barramento k) Árvores presentes a jusante no próprio corpo da barragem sendo que as raízes destas penetram no maciço causando danos nos canais, no vertedouro e no próprio corpo, não podendo dimensionar-se a amplitude destes danos. l) O Barramento não possui eclusa n) Documentação de projeto inexistente o) Não existe equipe de Segurança p) Não são realizadas inspeções de segurança com regularidade q) Não existe regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem r) Não existe relatório de inspeção de segurança (POVINELLI, 2019, p. 5 - 10)

Em relação à Dano Potencial Associado (DPA) a barragem foi avaliada pelo nível alto pelas seguintes questões:

a) O volume do reservatório é de aproximadamente 58.914 m³ b) A barragem do Monjolinho está inserida no campus da UFSCar onde há um trânsito constante de pessoas. A jusante da barragem encontram-se as rodovias Tales de Lorena Peixoto – SP 318 e Washington Luiz – SP 318, bem como indústrias. O rio Monjolinho a jusante da barragem entra na cidade de São Carlos – SP c) A jusante da barragem encontra-se Área de Preservação Permanente (APP) d) A barragem do Monjolinho está inserida no campus da UFSCar onde há um trânsito constante de pessoas. A jusante da barragem encontram-se as rodovias Tales de Lorena Peixoto – SP 318 e Washington Luiz – SP 318, bem como indústrias. O rio Monjolinho a jusante da barragem entra na cidade de São Carlos – SP (POVINELLI, 2019, p.11).

Os critérios para analisar o Dano Potencial Associado (DPA) podem ser vistos na Tabela 7. Para ser considerada de nível alto, a barragem precisa passar de 16 pontos de acordo com a tabela, sendo que no caso da barragem do Lago da UFSCar ela recebeu 20 pontos (volume pequeno, potencial de perdas humanas frequente, impacto ambiental significativo e impacto socioeconômico alto) (POVINELLI, 2019).

Tabela 7 - Quadro de classificação quanto à categoria de Dano Potencial Associado

Volume Total do Reservatório	Potencial de perdas de vidas humanas	Impacto ambiental	Impacto socioeconômico
------------------------------	--------------------------------------	-------------------	------------------------

Pequeno - ≤ 5 milhões de m ³ (1)	INEXISTENTE - não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO - área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais (3)	INEXISTENTE - não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem (0)
Médio - 5 milhões a 75 milhões de m ³ (2)	POUCO FREQUENTE - não existem pessoas ocupando permanentemente área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local (4)	MUITO SIGNIFICATIVO - área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica (5)	BAIXO - existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação (4)
Grande - 75 milhões a 200 milhões de m ³ (3)	FREQUENTE - não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal, estadual, federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas (8)	-	ALTO - existe grande concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação (8)
Muito Grande - > 200 milhões de m ³ (5)	EXISTENTE - existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas (12)	-	-

Fonte: Alterada de Povinelli (2019). Pontuação de cada característica entre parênteses e as características que a barragem foi enquadrada foram pintados de cinzas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

São Carlos possui uma rica rede hidrográfica que está inserida, em uma escala macro, na Bacia do Rio Paraná, que tem como um de seus afluentes o Rio Tietê. Assim, em seu território está a bacia hidrográfica do Tietê, a Sub-bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu e a Microbacia Hidrográfica do Rio do

Monjolinho. Seu clima pode ser classificado segundo Köppen como Cwa (tropical com verão úmido e inverno seco) e Awa (quente com período seco bem definido). A temperatura média anual é de 19,6 °C (MELÃO et al., 2011).

O Córrego do Monjolinho é um afluente do rio Jacaré-Guaçu, que por sua vez deságua no Rio Tietê, estando dentro (junto com outras bacias) da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 13 (UGRHI-13) e gerida pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (CBHTJ) (SÉ, 1992). Sua nascente está localizada fora da Universidade Federal de São Carlos, na Fazenda Santa Terezinha, uma zona rural, sendo que até chegar até o campus da Universidade percorre uma área urbana e dentro do campus ainda percorre 500 metros de uma área com escassa vegetação ripária (SIQUEIRA E TRIVINHO-STRIXINO, 2005).

Dentro do campus da UFSCar, encontra-se o lago foco do presente estudo (Fig.6), sendo um reservatório com área de 4,96 ha e localizado nas coordenadas 47°54'W-22°00'S (BARRILI, 2012). Até 2012, apresentava profundidade baixa, sendo a média de 1,70m e a máxima de 3,00m, sendo sua área de inundação de 47.157m² e o seu volume de 73.251m³ (BARRILI, 2012). Ao norte do lago, há o “Bosque de *Pinus*” (Fig.6), que, como o nome sugere, é um ecossistema terrestre dominado por árvores do gênero *Pinus*, mais especificamente da espécie *Pinus elliottii*, mas possui um sub-bosque em regeneração. Ao leste e sudeste há o Parque Ecológico, que também é arborizado, enquanto ao sul há espaço majoritariamente apenas com gramíneas e acima do Bosque de *Pinus*, há a região densamente edificada e impermeabilizada com prédios e vias asfaltadas da Universidade, conhecida como “área norte”, enquanto ao sul do lago está à região edificada da Universidade chamada de “área sul”, como pode ser visto na Figura 7. Destaca-se ainda um fragmento de Cerrado que é adjacente às áreas edificadas do campus.

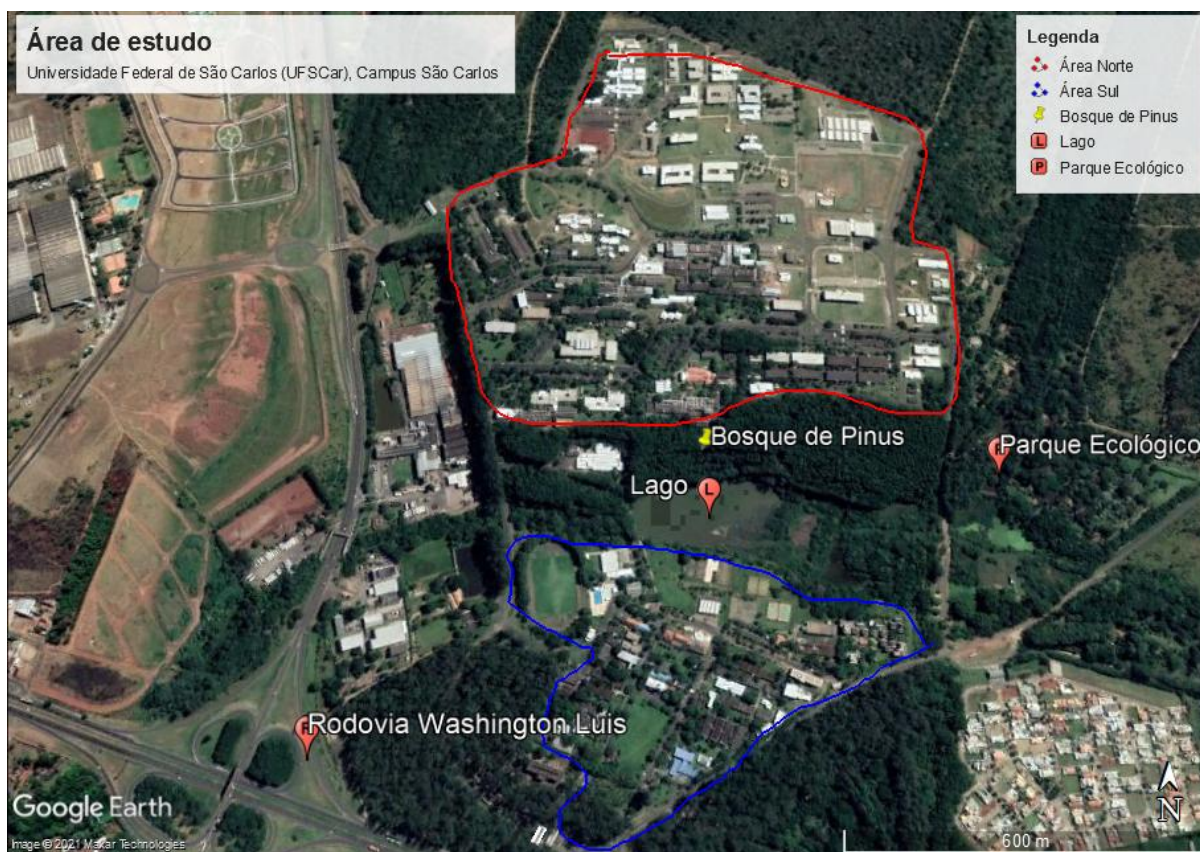


Figura 7 - Área de estudo: Campus São Carlos Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de foto da região de 4/2020 disponível no Google Earth Pro.

4.2 LEVANTAMENTOS DE DADOS POR FONTES SECUNDÁRIAS

Para realizar o presente estudo, foi feito inicialmente levantamento bibliográfico em artigos, relatórios, mapas, fotos, documentos e outras fontes que fossem pertinentes ao estudo. Muitos documentos sobre a barragem não se encontram digitalizados sendo, portanto, necessário pedir às autoridades do município e aos servidores da universidade que tinham acesso a eles que realizassem tal digitalização. Devido ao fechamento total ou parcial de setores da universidade (como a Biblioteca Comunitária e a Prefeitura do campus) e dos órgãos da Prefeitura Municipal de São Carlos (SP) em virtude da pandemia de Covid-19, ocorrida durante o desenvolvimento deste trabalho, não foi possível ter acesso a todos os documentos disponíveis sobre o 'Lago da UFSCar'. Por exemplo, alguns trabalhos que tive conhecimento, mas não consegui acessá-los em tempo hábil: Peixes do Reservatório do Monjolinho do Reservatório do Monjolinho na Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo (FRAGOSO-MOURA, 2020); levantamento histórico de dados químicos sobre o lago do Departamento de

Química da Universidade Federal de São Carlos; entre outros.

4.3 LEVANTAMENTOS DE DADOS POR FONTES PRIMÁRIAS

Para obter dados e informações adicionais sobre o 'Lago da UFSCar', também foram entrevistadas 6 (seis) pessoas, contemplando técnicos, pesquisadores e gestores que são especialistas nos temas abordados no trabalho e/ou estiveram envolvidos no processo de drenagem do lago. Para a realização das entrevistas, foi utilizado o método de perguntas semiestruturadas (também chamada "em profundidade"), que consiste em fazer perguntas seguindo parcialmente um roteiro, mas tendo liberdade para criar outras perguntas específicas para cada entrevistado(a) (GRAND, 1988). Esse método é muito utilizado nas Ciências Sociais, mas vem sendo aplicado em outras áreas, como saúde (MORÉ, 2015).

A vantagem desse método é que ele permite ter um envolvimento mais profundo com o entrevistado, possibilitando identificar a relação pessoal e sentimental do entrevistado com o objetivo de estudo, bem como identificar pontos de vistas diferentes e conflitantes sobre o mesmo tema (LALAND, 1988). Assim, ele é visto como ideal para problemas que envolvem vários atores de instituições diferentes (SILVESTRE, 2014) e não precisa de muitos entrevistados(as), uma vez que acima de 12 já há saturação dos dados coletados, sendo que muitas vezes já no sexto entrevistado começa a ocorrer isso (GUEST, 2006).

O roteiro de perguntas feitas para quase todos baseava-se na sequência descrita a seguir:

- a relação do(a) entrevistado(a) com o Lago da UFSCar;
- se tinha conhecimento sobre o histórico da região onde está hoje o lago antes da apropriação da Fazenda Trancham pela Universidade;
- se tinha conhecimento de alguma intervenção ou construção de barragem na década de 1970;
- se considerava que houve algum conflito de interesses ou dificuldade de relação entre a Universidade e outras instituições que se envolveram com o caso;
- quais os impactos do represamento na biota e paisagem locais; quais as

grandes dificuldades para solucionar esse problema; quais seriam os aspectos positivos e negativos para reconstruir a barragem ou para retirá-la e renaturalizar; e

- a posição do(a) entrevistado(a) sobre manter ou não a barragem.

Algumas dessas perguntas não foram feitas para todos os(as) entrevistados(as) porque não era sua especialidade ou o próprio entrevistado pediu para não falar sobre certo tema. Entretanto, como já explicado, também eram feitas algumas perguntas específicas para o(a) entrevistado(a) devido a sua especialização, e/ou se atuou diretamente na gestão da barragem e lago, e/ou ainda em função de respostas anteriores, para as quais houvesse necessidade de maiores esclarecimentos ou detalhamento. Também houve a excepcionalidade de dois entrevistados (4 e 5) preferirem ser entrevistados juntos. O áudio das entrevistas foi gravado e depois transcrito para que pudessem ser feitas as análises dos dados e informações fornecidas pelos entrevistados.

5 RESULTADOS

5.1 HISTÓRICO DO LAGO

Para todos os entrevistados foi perguntado inicialmente se eles tinham informações sobre a região onde estava o lago antes da Universidade ser criada e sobre uma possível intervenção na barragem na década de 1970. Essa pergunta foi feita devido ao fato da Divisão de Defesa Civil (DDC, 2019) de São Carlos ter chegado à conclusão que a atual barragem deveria ter sido construída entre 1970 a 1974. Como mostrado no Quadro 1, quase todos os entrevistados afirmaram que não conheciam e, provavelmente, nem existiria documentação sobre o lago e região antes da criação da universidade e, até mesmo, que as primeiras intervenções no lago não devem ter sido documentadas. A única exceção foi o entrevistado 1, que afirmou que provavelmente havia represa antes da fundação da universidade, mas que ela deveria ser bem menor e deve ter sido construída entre 1940 a 1960.

Quadro 1 - Resposta dos entrevistados à pergunta 2: "O(a) senhor(a) tem acesso a documentos que apontem como era a paisagem da região onde hoje fica o Lago antes da propriedade ser dada à Universidade?".

Entrevistado(a)	Resposta
1	“Você não está tendo dificuldade de graça, nós também estamos tendo [...]. Realmente tem muitas poucas informações sobre como era e como foi à evolução. [...] Esse açude deve ter sido construído aos finais Anos 40 até os Anos 60.”
2	“Olha é, a gente não tem nada, na época inclusive nós queríamos ter conhecimento do que tem nessa barragem né.”
3	“O que tem é um memorial descritivo da doação da fazenda para UFSCar e nesse memorial descritivo consta a estrutura da barragem já existe aquela via de acesso que passava entre a barragem sentido do atual restaurante universitário, mas que quando a Universidade assumiu isso aquela via foi à alagada né porque ela na verdade passavam ali de animais era transito de animais e era carreamento de principalmente produção, porque La no atual bosque antigamente era um plantio de laranja, a se não estiver enganado, e nesse Memorial Descritivo inclusive tem relatado que eram os cultivos existentes tanto na margem direita e esquerda do lago que tinha ali como plantio original. Esse documento eu não tenho ele digitalizado.”
4	“não temos esses dados.”
5	“Eu acho que é mais fácil você tentar na prefeitura algum histórico, em biblioteca, de dados antes da instituição da UFSCAR. Porque o que a gente sabe que o lago, o barramento, existe desde a época que era fazenda [...].”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação a fontes secundárias, realmente houve para este estudo escassez de documentos disponíveis sobre o histórico do lago e região, especialmente porque os poucos que existem não foram digitalizados e, devido à pandemia, o acesso a eles se tornou ainda mais difícil. Todavia, o Memorial Descritivo de Fagundes (1969) digitalizado pelo Entrevistado 3 realmente descrevia as plantações, criações e outras características da Fazenda Trancham, mas não descreve como era o lago na época anterior a Fazenda. Entretanto, na dissertação de mestrado de Francisco Tadeu Rantin (RANTIN, 1978) é descrito que já havia uma represa na época da Fazenda Trancham, mas que era menor que a atual, e quando a UFSCar assumiu realmente a barragem foi destruída e outra mais à jusante e maior foi construída para aumentar a área de alagamento e, assim, aumentar o volume do lago.

Mapas ou fotos da região antiga também são escassas, tendo apenas mapas posteriores a 1970 apresentando a área onde hoje está o lago. Porém, a planta do município de 1938 (PRÓ-MEMÓRIA, 2014) apresenta a região onde hoje está o lago, mas no mapa o rio está representando linearmente, sem qualquer símbolo de represamento (conforme pode ser constatado analisando a Figura 2).

Já em relação a uma possível intervenção na barragem na década de 1970, como mostrado no Quadro 2, o entrevistado 3 afirmou que houve intervenções, especialmente para permitir a passagens de automóveis e outros grandes veículos pela estrada que passa sobre a barragem e conecta o que hoje é chamado de Área Norte e Área Sul do Campus de São Carlos da UFSCar. Assim como os entrevistados 1 e 5 também afirmaram que provavelmente a atual barragem foi construída logo que a Universidade assumiu a área ou, até mesmo, um pouco antes de sua fundação oficial.

Quadro 2 - Resposta à pergunta 3: “Eu encontrei algumas fontes que dizem que a barragem sofreu grandes intervenções ou foi mesmo construída em 1970, apesar de o represamento ser anterior.

O(a) senhor(a) tem acesso a alguma informação que confirme isso?”

Entrevistado(a)	Resposta
1	“Esse açude deve ter sido construído aos finais Anos 40 até os Anos 60 e realmente quando a Universidade vai ter a urbanização dessa área aí você vai construir hoje o que sabemos de barragem da UFSCAR.”
2	“Então a ____ inclusive eu até acho que ela tava preocupada com teu trabalho ela pediu para mim, disse que ela tinha achado é um documento, ela pediu para arrumar esse documento para ela né. Que ele disse que desse documento falava que teve uma movimentação né mas eu não sei nesse documento e eu tenho uma olhada nesse documento eu não vi nada lá.”
3	“Realmente quando a UFSCar assumiu ela precisou fazer uma intervenção na barragem porque a barragem não comportava a passagem, por exemplo, de Veículos de grande porte, um grande fluxo de veículos, então era uma coisa bem precária feito então foi feito uma barragem naquele sistema de alvenaria que esta presente hoje, de ferro e tudo mais, foi na década de 70 por volta de 73-74 aí foi feito essa intervenção maior pela UFSCar. Até pensando na distribuição do campus na ocupação nesses espaços e sim comportavam volume maior de represamento né quando foi feita a barragem inclusive para melhorar o nivelamento do terreno para rua aqui porta ali a barragem. Então ela tem uma estrutura maior ela comportou volume maior de água. Ah então foi Aumentou a diâmetro do Lago nesse período, mas também sem uma outorga sem nada eu acho que na época não tinha essa questão legal da

	necessidade de outorga para fazer esse tipo de represamento, não lembro direito agora, mas não me recordo de ter um documento que autorizava é essa esse represamento e a estrutura que ele foi feito nessa época.”
4	“não temos esses dados.”
5	“porque o que a gente sabe que o lago, o barramento, existe desde a época que era fazenda.”
6	“Não me lembro.[...]. Eu acho que deve ter havido alguma intervenção quando foi feita a estrada para atingir a outra zona do campus da federal. Entendeu? Na década de 70, no final da década de 70, o campus da federal ultrapassou o rio e a represa então precisou fazer a estrada para subir. E ao subir deve ter havia do alguma barragem para passar.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, podemos inferir que, provavelmente, o lago como é conhecido atualmente é um elemento relativamente recente na paisagem onde está a UFSCar, existente desde 1970 e que passou por inúmeras intervenções, todavia, antes dele também deveria existir alguma forma de represamento da região, mas muito menor e com influências diferentes na paisagem e ecossistemas locais, criada entre 1940 e 1960, como o Entrevistado 1 também afirmou e a Planta da Cidade de 1938 (Figura 2) aponta. Assim também podemos resumir as intervenções na sub-bacia estudada em quatro momentos como visto no Quadro 3.

Quadro 3 - Datas prováveis ou certas e as respectivas intervenções no Lago

Data	1940-1960	1970-1974	1998	2002	2019
Intervenção	primeiro represamento	construção da atual barragem	Desassoreamento	Esvaziamento	Esvaziamento

. Fontes: Elaborado pelo autor baseado no Entrevistado 1, Mapas, Relatório da Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) (2017), Rantin (1978) e Toppa (2003).

5.2 IMPACTOS DO REPRESAMENTO

Conforme já mencionado, o represamento de corpos aquáticos tende a alterar suas características físicas, químicas e biológicas (TUNDISI, 1993;

THOMAZ, 1999), o que não foi diferente com o ‘Lago da UFSCar’. Todos os entrevistados afirmaram que o represamento causou mudanças significativas na paisagem original e o lago já sofria com a poluição, mas apenas dois entrevistados quiseram responder em detalhes por ser sua especialidade, conforme mostrado no Quadro 4. No caso do entrevistado 1, foi argumentado que o represamento alterou a paisagem local e facilitou a invasão de espécies exóticas que se tornam invasoras e que, em longo prazo, podem até descaracterizar o próprio lago (por isso haveria a necessidade de intervenções a cada 5 anos para conservá-lo), além de haver muita contaminação por esgoto e até, num passado recente, por dejetos de laboratórios. Já o entrevistado 3 também apontou como impactos causados pelo represamento: a alteração do fluxo da água, domínio por cianobactérias e redução da qualidade da água.

Quadro 4 - Resposta à pergunta 5: “Quais são os impactos que o represamento causa e quais já foram notados no corpo hídrico em questão?”.

Entrevistado(a)	Resposta
1	“Até os 80 anos todo o dejetos de laboratórios era jogado no Lago[...] todo sistema do esgoto da SAAE está destruído [...] Todo o esgoto está vazando para aquele Lago. [...] Assoreamento [...] Todo reservatório em ambiente tropical tem a tendência a deixar de ser um Lago porque começa a sucessão ecológica, invasão de macrófitas etc. Por isso todo Lago precisa de intervenção a cada 5 anos[...]. Quando a gente fez o esvaziamento do [...] reservatório [...] a grande maioria eram tilápias. São exóticas. [...]Eu coletei até marisco marinho.”
2	“Primeira coisa que a gente tem é alteração da paisagem quando você tem a o represamento de qualquer corpo hídrico né então se interfere no fluxo hidrológico então a disponibilidade hídrica existente naquele local foi alterada já num passado distante. [...] por conta da ocupação antrópica [...] acabou trazendo muitos resíduos do corpo hídrico então Aumentou a concentração de sedimentos de poluentes e também a presença de muitos cianobactérias né então a gente teve momentos que o Lago foi tomado por cianofíceas [...] Aquele lago também teve um impacto de introdução de Espécie exóticas, de ictiofauna, [...] mas ela estava confinada dentro naquele Lago a não sei quando as comportas eram abertas né que essas essa ictiofauna percorria o resto dos corpos hídricos do Rio Monjolinho [...]professor Antônio Mozeto né Hoje aposentado mas tem outro professor que atua na área eles têm base de dados levantamento histórico da dos dados químicos da água da qualidade nesse corpo hídrico que comprovam que com o adensamento urbano no município na bacia do rio Monjolinho ele alterou completamente qualidade desse corpo hídrico”

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2.1 Qualidade da Água

A redução da qualidade da água é corroborada pela literatura tanto ao longo do tempo, como visto na Tabela 4, quanto espacialmente (quanto mais longe da nascente mais degradado) como visto na Tabela 3 e Tabela 5. Assim como conclui Santos (2011), o represamento (em concomitância com outras atividades antrópicas e chuvas) está degradando o córrego Monjolinho, causando a redução da qualidade de sua água e sua eutrofização, quanto mais se afasta da nascente, especialmente no Lago da UFSCar o que é confirmado pelas falas dos Entrevistados 1 e 2 (Quadro 4). E em relação à concentração de metais, como visto na tabela 6, apesar de ainda estarem abaixo dos níveis considerados preocupantes pelo CONAMA 454/2012 os valores são próximos.

5.2.2 Assoreamento

Em relação ao assoreamento, o entrevistado 3 destacou que devido à expansão urbana a jusante levou a um aumento de depósito de sedimentos no lago:

(.) por conta da ocupação antrópica a montante do lago a urbanização propriamente dita, a criação de vários bairros, daí Santa Maria hoje Salto do Monjolinho que tem ali, acabou trazendo muitos resíduos do corpo hídrico então Aumentou a concentração de sedimentos. (Entrevistado 3, 2020 – comunicação pessoal)

Na literatura, como visto anteriormente, Toppa (2003) calculou que o assoreamento do 'Lago da UFSCar' ocorria a uma taxa de até 915 m³/ano até 1995. Entretanto, pelos dados Barrili (2012) e Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) (2019), é possível constatar que houve uma redução do volume de 14337 m³ em 7 anos, o que seria mais de 2048 m³/ano em média de volume perdido. Assim, isso seria uma forte evidência que houve um aumento do assoreamento no corpo hídrico.

5.2.3 Problema da Segurança

Como visto anteriormente, foi criado apenas uma lei específica sobre barragens em 2010, naturalmente aumentando a fiscalização sobre barragens. Além disso, a vistoria conclui que há 5 áreas com alto risco em caso de rompimento da barragem (DEFESA CIVIL, 2019).

Em consonância com a literatura, três entrevistados destacaram que perceberam que a legislação e fiscalização sobre barragens se enrijeceu recentemente, especialmente após os desastres em Mariana e Brumadinho e apresentaram preocupação com as dificuldades administrativas e financeiras de superar essa dificuldade como pode ser visto no Quadro 5.

Quadro 5 – Resposta dos entrevistados que tratam sobre a legislação e fiscalização atual sobre barragens e como isso afeta a Universidade

Entrevistado(a)	Resposta
2	<p>“Então nós temos que resolver o problema da barragem. Eu e a ___ na época tentamos então fazer um projeto para fazer uma travessia com uma ponte ele porque aí se a gente fizer isso à gente elimina questão de barragem, tá certo. E a legislação de barragens Gustavo é muito rígida nós vamos ter que ter um monitoramento 24 horas por dia, tá certo, nós vamos ter que fazer um processo de segurança de barragem que acho que não é fácil de fazer isso, ou seja, a legislação às vezes ação hoje são muito ruins então não vale a pena ter uma barragem. [...]não é uma coisa muito simples então e evidente que exista processos de monitoramente mais baratos né mas acho que vai ter que contratar gente para ficar olhando a barragem. E isso é caro. É.. E eu tenho a impressão que o custo hoje dessa manutenção é principalmente pelos recursos que cada vez mais tem diminuído eu acho que não vela a pena ter uma barragem.”</p>
4	<p>“Só o laudo técnico vai responder [se é melhor retirar ou manter a barragem]. A manutenção que isso vai gerar, a gestão dessa barragem e de tudo que ela traz é muito complexo para uma Universidade gerenciar [...].Com certeza é difícil [manter a barragem devido a fiscalização/legislação]. Primeiro empecilho: Você precisaria construir uma nova barragem, que seria milhões. Segunda coisa, mesmo conseguindo o dinheiro quem vai ser a equipe que vai gerenciar a barragem? É um assunto muito complexo para ser gerenciado por uma Universidade”</p>
5	<p>“[...]a lei mudou muito em relação a se manter uma barragem em qualquer lugar nesse país. [...]A gente não tem corpo técnico contratado [para gerenciar um plano de contingência de barragem.]”</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de Povinelli (2019) também concluiu que a Categoria de Risco (CRI) e o Dano Potencial Associado (DPA) são altos. Porém como é possível constar em seus dados e na Tabela 7 a maioria das características que a tornam com Categoria de Risco pode ser solucionada por uma reforma e planos de segurança, porém em relação a Dano Potencial Associado não é possível mudar, porque são características inerentes à posição geográfica da barragem e toda a infraestrutura. Isso quer dizer que é possível reduzir a CRI, mas é bem improvável reduzir o DPA o que torna a barragem pouco segura e com uma burocracia complexa para a Universidade gerir.

5.3 PROBLEMA DO LAGO COMO UM PROBLEMA COMPLEXO

Problemas Complexos (Wicked Problem) podem ser definidos como fenômenos que são mal formulados; as informações disponíveis sobre eles são escassas ou confusas; envolvem muitos interesses e grupos decisores com valores conflitantes e suas ramificações em todo o sistema em que se encontram inseridas são confusas de tal forma que as soluções podem ser até piores que o problema original (SANTOS, 2017). Assim o problema com o Lago pode ser classificado assim devido: 1) é difícil formular todas as variáveis envolvidas; 2) informações como quando foi criado o lago, quantas reformas foram feitas, como era a paisagem anterior, entre outras, são escassas, incertas ou ainda desconhecidas; e 3) há diversos interesses financeiros, políticos, sociais e ecológicos entre os diferentes grupos envolvidos, desde a prefeitura, universidade entre outros.

O ponto 1 é abordado em todo o trabalho mostrando que o tema envolve questões ambientais, segurança pública e sociais como visto no tópico 5.2.

O ponto 2 foi discutido no tópico 5.1, onde apesar de terem sido solucionados alguns pontos sobre a origem da barragem (provavelmente construída por volta de 1970, sendo que já havia um represamento anterior), ainda é incerto quando ocorreu o primeiro represamento, sob quais condições e até detalhes da construção da atual barragem.

O ponto 3 é configurado pela dinâmica entre as instituições envolvidas: Divisão de Defesa Civil (DDC) de São Carlos, Prefeitura Municipal de São Carlos,

Ministério Público do Estado de São Paulo (MP-SP), Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Corpo de Bombeiros, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE-SP) e a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Apenas os entrevistados 2,4 e 5 comentaram com detalhes sobre essa dinâmica entre instituições, mas defenderam que durante o período que estiveram envolvidos no esvaziamento do lago, todas as instituições foram muito cooperativas e compreenderam a situação delicada da UFSCar, como pode ser visto no Quadro 6.

Quadro 6 - Resposta à Pergunta 4: “Houve conflito de interesses entre a Universidade e outras Universidades envolvidas nesse tema?”.

Entrevistado(a)	Resposta
2	<p>“A relação foi boa [...] com a CETESB também a gente teve uma relação muito boa porque quem entrava em contato com o pessoal da CETESB é o pessoal desse SGAS da secretaria de gestão ambiental né. Então toda vez que eu precisava que tava precisando entrar em contato com eles para pedir alguma coisa né eu pedi para o pessoal da SGAS entrar em contato para mim e parece que a relação era boa né. O Ministério Público também. E nós tivemos uma relação muito boa com o DAEE.”</p>
4	<p>“Ausência de informação é o grande problema, porque as pessoas costumam criticar algumas decisões sem saber o real fundo que elas estão sendo realizadas[...]. Tudo que é feito é baseado em legislação, tem um caráter jurídico.</p> <p>[...]No caso do Ministério Público nem acho que seja isso [...] Eles tomaram medidas extremas pela manutenção da vida.”</p>
5	<p>“A gente não trabalha só com a esfera federal, que é a UFSCAR, tem o MP, a CETESB, e DAEE e o SAAE. [...] É bem desafiador conciliar com todos esses poderes o processo. Por exemplo, a falta de comunicação entre CETESB e outros órgãos, foi bem ruim... [...] Se a hora que decidir qual projeto vai fazer, tiver que usar uma área onde já fiz a recomposição, a gente terá que fazer outro protocolo, outra burocracia. [...] A Divisão de Defesa Civil de São Carlos (DDC) foi a que mais nos ajudou e a CETESB também. [...] Aconteceu que a burocracia atrapalha muito. [...] O Ministério Público é isso [muito legalista].”</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

5.4 RENATURALIZAÇÃO

Conforme já discutido anteriormente, a renaturalização é o processo que busca recuperar os cursos d'água e a vegetação ciliar, regenerando-os para o mais próximo possível de sua biota natural e recuperando a capacidade do ecossistema cumprir suas principais funções ecológicas (BINDER, 2001). No caso estudado, a renaturalização é uma importante alternativa, pois pode possivelmente reduzir enchentes, gastos, aumentar a segurança do local e aumentar a biodiversidade do ecossistema local. Contudo, existem alguns obstáculos para a renaturalização do 'Lago da UFSCar'.

Um deles é a posição de parte da comunidade universitária sobre o possível desaparecimento de um símbolo cultural da UFSCar. Um resumo sobre a opinião dos entrevistados sobre manter o lago ou retirá-lo para fazer uma renaturalização pode ser visto no Quadro 7. Como se percebe, 4 entrevistados foram favoráveis à renaturalização, porém 1 destes ainda destaca a necessidade de criar um lago menor ('offline'). Mas, mesmo tais entrevistados, opinaram que seria ideal manter o barramento e só aceitam a renaturalização por não verem outra opção viável. Assim, talvez a renaturalização do 'Lago da UFSCar' não seja a alternativa mais popular em primeiro momento, porém isso pode ser mudado com melhor comunicação com as comunidades interna e externa à UFSCar.

Em relação aos serviços ecossistêmicos presentes no local, o próprio Bosque de *Pinus*, que fica ao norte do lago, já cumpre parcialmente a função de vegetação ripária mesmo não sendo formado majoritariamente por plantas nativas e, em vários pontos próximos ao lago, ele tem mais de 122 metros de largura como pode ser visto na Figura 8. Assim, seria necessário um trabalho de substituição do *Pinus* e outras plantas exóticas por plantas nativas, talvez não necessitando aumentar sua extensão, pois como o trabalho da Silva (2003) apontou extensões menores podem ser suficientes para cumprir as funções ecológicas (embora essa questão necessite de estudos mais específicos para a restauração ecológica dessa área). Outro ponto importante é que o represamento do Córrego do Monjolinho aumentou a área do corpo hídrico em relação ao seu tamanho original, de modo que parte da própria área da represa atual pode ser revegetada para criar uma vegetação ripária funcional.

Assim, baseado nos dados da Silva (2003), podemos dizer que na melhor das hipóteses seriam necessários apenas 60 metros de faixa vegetativa da zona ripária em cada margem para todas as funções ecológicas voltarem a serem funcionais, algo que poderia ser feito apenas a substituição de espécies exóticas no Bosque de Pinus por espécies nativas e revegetado (numa extensão de 60 metros) a parte sul da atual represa, pois provavelmente o rio em seu curso natural iria ocupar uma área menor que do lago atual e que a área não revegetada, como visto na Figura 8. Todavia, caso o rio em seu curso natural tenha uma largura maior, bastaria retirar plantas da parte sul do Bosque de Pinus e fazer outras intervenções para permitir que o rio passe por essa região como mostrado na Figura 9 (que supõe, apenas como exemplo, o curso do rio com 60 m de largura). No primeiro cenário, com menos intervenções necessárias para a restauração dos serviços ecossistêmicos na paisagem, não seria necessário destruir ou modificar construções próximas além do barramento.

Quadro 7 - Resposta à pergunta: ‘Qual a sua posição sobre manter a barragem e lago?’

Entrevistados	Respostas
1	“Minha primeira opção seria voltar o espraiado”
2	“Então tem que pensar todas essas coisas. Vai fazer uma renaturalização, mas como é que vai ser isso? Elimina lago totalmente não dá, a gente precisava dar o jeito de criar uma lagoa, sem barragem, alguma coisa assim você sabe”
3	“Eu não sou nem favor de uma nem outra né Mas a questão é o que é viável. O que é sabido que era eficiente e que tinha sua funcionalidade ambiental né. Ela... Falar em serviços e funções ambientais o lago tinha seus serviços e suas funções ambientais já presentes sendo funcionais né. A não presença do Lago nós não temos dados, nós não temos informações o quanto isso vai ser funcional o quanto Um Projeto de Recuperação daquela área vai ser viável em quanto tempo e até te de de que forma que ele vai ser eficiente né. Pode se tornar muito mais custoso ou longo do tempo para consolidar uma recuperação da estrutura natural ali naquela região. Então essa falta de informação de estudos deixa tanto quanto nebuloso optar por uma opção que não a do represamento a da recuperação da barragem né.”

4	“Em minha opinião deixaria um espelho natural e faria uma renaturalização. Na situação ideal é obvio que gostaria de manter o lago. [...] Reformaria a barragem.”
5	“Minha opinião é a mesma [do 4]”
6	“Isso é muito importante para manter, porque acho que o lago ainda pode ser usado como elemento de estudo, elemento de treinamento, sistema de treinamento, até para área de engenharia, para área de biologia, de limnologia, a ecologia, para graduação, então você tem um sistema como este na universidade que pode ser usado como laboratório natural eu acho muito importante, E isso também faz parte, a renaturalização é um processo importante para que lago seja restabelecido no seu papel de indutor de pesquisa de treinamento de capacitação e também de e manipulação de sistema, gerenciamento de ecossistema .”

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 8 - Esboço da área de revegetação no cenário com menos intervenção. Fonte: elaborado pelo autor a partir de foto da região de 4/2020 disponível no Google Earth. Linhas vermelhas são representações de 60 metros de extensão e linha verde o limite mínimo da revegetação necessária.

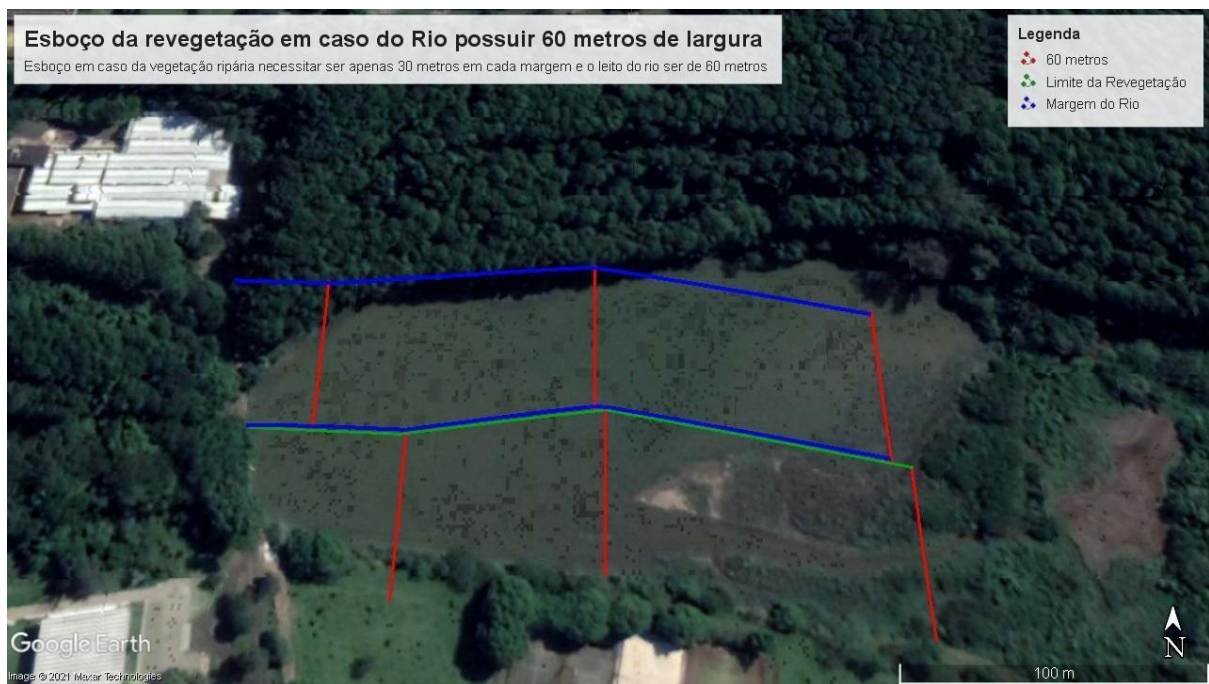


Figura 9: Esboço da revegetação em caso do Rio possuir 60 metros de largura. Fonte: elaborado pelo autor por Google Earth. Linhas vermelhas são representações de 60 metros de extensão, linha verde o limite mínimo da revegetação necessária e linhas azuis as margens do rio.

No cenário que exigiria mais intervenções na paisagem, onde seria necessária uma faixa vegetativa de até 270 metros de extensão em cada margem segundo a pesquisa da Silva (2003), seria necessário aumentar a área do Bosque de *Pinus*, o que implicaria destruir estruturas da área norte do campus da UFSCar (como áreas onde se localizam instalações pertencentes ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde e do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologias) e da área sul (na qual há estruturas ligadas ao Centro de Ciências Humanas, além de quadras e outros equipamentos de uso das comunidades interna e externa à UFSCar (como pode ser visto na Figura 10), solução que dificilmente seria viável. Outra possibilidade interessante levantada por Toppa (2003) é que a retirada dos *Pinus* e sua venda pode ajudar a custear um trabalho de revegetação e renaturalização devido a madeira das árvores desse gênero ser muito valiosa no mercado.



Figura 10 - Esboço da área de revegetação no cenário com mais intervenções. Fonte: elaborado pelo autor Baseado em foto do lago de 4/2020 disponível no Google Earth. Linhas vermelhas são representações de 120 metros de extensão e linha verde o limite mínimo da revegetação necessária.

Vale destacar, novamente, que só um estudo interdisciplinar profundo na paisagem e seus ecossistemas poderia permitir modelar a área ideal realmente eficiente de vegetação ripária para que a renaturalização desempenhe todas suas funções ecológicas. Todavia, o que os dados apresentados aqui mostram é que há grande probabilidade que a renaturalização não seja tão custosa e complexa como se poderia imaginar.

Assim, podemos resumir as principais conclusões do trabalho no Quadro 8, onde fica claro que manter alguma forma de barramento (colocado no quadro como “Manter o Lago”) ou acabar com barramento e renaturalizar tem pontos positivos e negativos em vários aspectos. Entretanto, como já visto nas entrevistas e revisão da literatura, provavelmente a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) não terá outra opção além de findar com o barramento devido às limitações financeiras, administrativas e burocráticas para gerir uma barragem e, portanto, a renaturalização acaba sendo uma promissora opção pelos motivos expostos nesse

estudo e outros que virão.

Quadro 8 - Resumo das conclusões do presente trabalho.

	Impactos					
	Sociais		Ecológicos		Econômicos	
	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos	Positivos	Negativos
Manter o Lago	<ul style="list-style-type: none"> - Cumpri seu Serviço Ecológico Cultural e é útil para pesquisas e ensino; - Reduz as enchentes no município; 	<ul style="list-style-type: none"> - Risco constante à segurança 	<ul style="list-style-type: none"> - Não afeta negativamente as espécies que já se aclimataram, como aves migratórias 	<ul style="list-style-type: none"> - Ambiente propício para invasão e sucesso de espécies invasoras e assim redução (e até extinção) de espécies nativas 	<ul style="list-style-type: none"> - Não foram identificados 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos muito altos para construir nova barragem; cumprimento da legislação complexa e cara para manutenção, .
Renaturalizar	<ul style="list-style-type: none"> - A comunidade pode ter relação com um ambiente e paisagem mais naturais; mais seguro 	<ul style="list-style-type: none"> - Fim do Serviço Ecológico Cultural que o Lago desempenha; - Poderia aumentar enchentes no município 	<ul style="list-style-type: none"> - Espécies nativas podem ser reintroduzidas e sua população e biodiversidade serem restaurados aos valores naturais 	<ul style="list-style-type: none"> - Espécies aclimatadas com o lago podem não conseguirem se aclimatar ao novo ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Menores custos de manutenção e cumprimento da legislação, 	<ul style="list-style-type: none"> - Processo de renaturalização é mais complexo e de longo prazo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 9 – Resumo das conclusões deste trabalho sobre os principais desafios a serem superados.

Obrigatórios	Mantendo a barragem	Renaturalizando
Necessários estudos hidrológico, hidráulico, topográfico, simulação sem e com a barragem em longo prazo, etc.	Superar as limitações financeiras e burocráticas da Universidade para reformar e manter a barragem.	Conscientizar e convencer a comunidade a aceitar essa opção.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi levantado pelo presente estudo, o reservatório conhecido como “Lago da UFSCar” é um ambiente criado antropicamente recentemente (últimos 50 anos), o qual gerou muitos efeitos ecológicos na biota e na dinâmica do Córrego do Monjolinho. Todavia, o lago passou a desempenhar serviços ecossistêmicos culturais e abrigar uma nova biota adaptada. Contudo, devido às limitações financeiras e complexidade da gestão de uma barragem pelas modificações legais recentes é muito oneroso para a universidade manter a barragem.

Portanto, a alternativa pela renaturalização do Córrego do Monjolinho no trecho em que ele corta a UFSCar é promissora, pois não só seria menos custosa e mais segura em longo prazo, poderá reduzir os impactos ambientais gerados pelo barramento assim como criar um novo símbolo para comunidade. Essas conclusões são corroboradas tanto pelos aspectos teóricos e exemplos nacionais e internacionais já realizados em outros rios, assim como compartilhada por parte dos entrevistados neste trabalho. Contudo, este estudo ainda é introdutório ao tema, sendo necessários outros estudos e pesquisas de campo para complementá-lo. Ainda assim, as informações aqui levantadas e sistematizadas podem ajudar a orientar a tomada de decisões sobre o futuro do Lago da UFSCar.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. **Renaturalização e Revitalização de rios urbanos: Uma abordagem sistêmica**. Dissertação (Mestrado de Gestão Urbana) - Pós-Graduação de Gestão Urbana, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, p. 135. 2011.

ANDREETTA, Arthur Bucciarelli. **Avaliação comparativa dos marcos regulatórios estaduais de segurança de barragens de usos múltiplos do Brasil**. 2020.

BARRETO, A. dos S. **Estudo da distribuição de metais em ambiente lótico, com ênfase na assimilação pelas comunidades biológicas e na sua quantificação nos sedimentos e água**. 276f. 1999. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento)–Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

BARRENHA, Pedro Ivo Isá. **Estudo de longa duração da distribuição espaço-temporal de nutrientes no rio do Monjolinho**. 107f. 2015. Dissertação (Mestrado em Química Analítica)-Universidade Federal de São Carlos, 2015.

BARRILLI, Germano Henrique Costa; ROCHA, Odete; DE LUCCA, José Valdecir. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS CÓRREGOS FAZZARI E MONJOLINHO NO CAMPUS DA UFSCAR**. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 2, 2012.

BINDER, Walter et al. Rios e córregos: preservar-conservar-renaturalizar: a recuperação de rios: possibilidades e limites da engenharia ambiental. In: **Rios e córregos: preservar-conservar-renaturalizar: a recuperação de rios: possibilidades e limites da engenharia ambiental**. p. 44-44. 2001.

BRASIL. Lei Federal nº 12.334 (2010), de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei 9433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei 9984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: Acesso em 05 de Junho de 2021.

CABRAL, João Batista Pereira. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. **Caminhos de geografia**, v. 6, n. 14, 2005.

CASTRO, César Nunes de; PEREIRA, Caroline Nascimento. **Revitalização do rio São Francisco**. 2017.

CENGIZ, Bülent. Urban river landscapes. In: **Advances in landscape architecture**. IntechOpen, 2013.

CONSELHO DOS CURADORES. **Carta de Doação Memorial Descritivo**. São Carlos: Universidade Federal de São Paulo. 1969. 30 p.

UN DECADE ON RESTORATION. **SOBRE A DÉCADA DA ONU**. Disponível em: <<https://www.decadeonrestoration.org/pt-br/sobre-decada-da-onu>> Acesso em: 01 jul. 2021

DEFESA CIVIL DE SÃO CARLOS. **Relatório de ações tomadas pela UFSCar relativas à barragem do Monjolinho**. São Carlos; 2019.

DEN ELZEN, Michel GJ; VAN VUUREN, Detlef P.; VAN VLIET, Jasper. **Postponing emission reductions from 2020 to 2030 increases climate risks and long-term costs**. Climatic change, v. 99, n. 1, p. 313-320, 2010.

FERNANDES, Gerson Eli; DE FREITAS, Nobel Penteadó; PIÑA-RODRIGUES, Fatima Conceição Márquez. **Cobertura florestal ou função ecológica: a eficácia da restauração na bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê**. Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online), n. 44, p. 127-145, 2017.

FRAGOSO-MOURA, Evelise N.; Castro, Reinaldo J.; Oliveira, Alexandre K.; Silva, Victoria P. G.; Castro, Carina D.; Gattis, Vitória C. **Peixes do Reservatório do Monjolinho do Reservatório do Monjolinho na Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo**. São Carlos; 2020.

FUSARI, Livia Maria. **Estudo das comunidades de macroinvertebrados bentônicos das Represas do Monjolinho e do Fazzari no campus da UFSCar, município de São Carlos, SP**. 2006.

GARCIAS, Carlos Mello; AFONSO, Jorge Augusto Callado. **Revitalização de rios urbanos**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013.

GUERESCHI, R. M. **Monitoramento biológico da bacia hidrográfica do Rio do Monjolinho pelo uso de invertebrados bentônicos**. 1995. Monografia. Universidade Federal de São Carlos. 97p. São Carlos-SP, 1995.

GUEST, G.; BUNCE, A.; JOHNSON, L. **How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability**. Field Methods, vol 18, pp. 59-82, 2006.

GRAND,LE; L. J. **Histoire de vie de groupe: A la recherche d'une lucidité méthodologique**. Sociétés, revue des sciences humaines et sociales, n. 18, p. 3-4, 1988.

GLOBO, G1. **Lago da UFSCAR é drenado para limpeza e desassoreamento**,

mas falta verba para completar obra: Estrutura da barragem estava comprometida e precisando de intervenção, diz universidade. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2019/06/03/lago-da-UFSCAR-e-drenado-para-limpeza-e-desassoreamento-mas-falta-verba-para-completar-obra.ghtml>>

Acesso em: 14 set. 2020

GLOBO, G1. **Ufscar alerta sobre infestação de carrapatos-estrela em áreas perto de lago.** Disponível em:

<<https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2018/08/22/ufscar-alerta-sobre-a-infestacao-de-carrapatos-estrela-em-areas-perto-de-lago.ghtml>>

Acesso em: 1 de jun. 2021

HENKE-OLIVEIRA, C. & TOPPA, R.H. **Levantamento aerofotográfico ortogonal. Represa do Monjolinho/UFSCar.** Escala 1:4.000. 1998.

HOWES, Stephen; WYRWOLL, Paul. **Asia's wicked environmental problems.** 2012.

KLINK, Carlos A .; MACHADO, Ricardo B. Conservação do cerrado brasileiro. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, pág. 707-713, 2005.

KOBIYAMA, Masato. **Conceitos de zona ripária e seus aspectos geobiohidrológicos.** M. Kobiyama, RV Silva, T Checchia & A. Alves (orgs), Anais do I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias, Alfredo Wagner, p. 1-13, 2003.

KREMEN, Claire. **Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology?**. Ecology letters, v. 8, n. 5, p. 468-479, 2005.

KUMAR, Pushpam. **The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations.** UNEP: Earthprint, 2010. 454 p.

LALANDA, Piedade. **Sobre a metodologia qualitativa na pesquisa sociológica.** Análise social, p. 871-883, 1998.

LIMA, Maria Cecilia Pedro Bom; SCHENK, Luciana Bongiovanni Martins. Estudo de infraestrutura verde na bacia hidrográfica do córrego Monjolinho, São Carlos, SP. **Revista LABVERDE**, v. 9, n. 1, p. 50-72, 2018.

LOPES, Nívea Maria Noriega. Os Parques Florestais Urbanos de São Carlos. **Aesc.com**, São Carlos, v. 40, n. 29, p. 04-06, novembro. 2019. Disponível em: http://www.aesc.net/wp-content/uploads/2015/04/AEASC_com-n29-2019.pdf.

Acesso em: 29 de ago. 2021.

MELÃO, M. DA G. G. et al. Diagnóstico e caracterização ambiental UFSCar, campus de São Carlos. **Relatório apresentado ao Ministério Público Federal e CETESB**, p. 61, set. 2011.

MENDES, AJS. **Avaliação dos impactos sobre a comunidade macrozoobentônica no Córrego do Monjolinho (São Carlos, SP)**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 128p. São Carlos–SP, 1988.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação, Porto Alegre**, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MONTAÑO, Marcelo. **Os recursos hídricos e o zoneamento ambiental: o caso do município de São Carlos (SP)**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MORÉ, C. L. O. O. **A “entrevista em profundidade” ou “semiestruturada”, no contexto da saúde Dilemas epistemológicos e desafios de sua construção e aplicação**. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 2015, Aracaju-SR. UFG, 2015. ATAS: Investigação qualitativa nas Ciências Sociais, 4. p. 126-131, 2015.

NOGUEIRA, M.G. 1990. **Dinâmica de populações planctônicas e fatores físico-químicos de um sistema artificial raso**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. 244p.

PELÁEZ RODRÍGUEZ, Marlon. **Avaliação da qualidade da água da bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas**. 2001. 175 p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2001.

PEREIRA, Alexandre Leandro. **Princípios da restauração de ambientes aquáticos continentais**. Boletim da Associação Brasileira de Limnologia, v. 39, n. 2, p. 1-21, 2001.

PERES, Renata Bovo et al. **O planejamento regional e urbano e a questão ambiental: análise da relação entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara e São Carlos, SP**. 2012.

POVINELLI, SILVIA. **CLASSIFICAÇÃO DA BARRAGEM DO MONJOLINHO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO – ESTUDO DE CASO**. São Carlos; 2019.

POVINELLI, SILVIA. **SEDIMENTOS DO RESERVATÓRIO DO MONJOLINHO**. São Carlos; 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS-SP

<https://www.saocarlosocial.com.br/diariooficial/001/DO_18072017_GF66B2.pdf>
Acesso em 19 de Maio de 2021.

PRÓ-MEMÓRIA, FUNDAÇÃO. **Reprodução da Planta da Cidade de São Carlos Instituto Geográfico Geológico, 1938**. Acervo do Arquivo Público do Estado de São Paulo- Memória Pública, 2014.

RANTIN, F. T. **Temperaturas letais, aclimação e tolerância térmica de acará, *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824), Represa do Lobo, Represa da UFScar, Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências - Fisiologia Geral) - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 1978.

REGALI-SELEGHIM, M. H. **Rede Trófica Microbiana em um Sistema Eutrófico Raso (Reservatório do Monjolinho–São Carlos–SP)–Estrutura e Função**. 2001. 92 p. Tese (Doutorado em Ecologia dos Recursos Naturais). Programa de Pós-Graduação em Ecologia dos Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

RODRIGUES, EDSON. **Memorial Descritivo**. Fundação Universidade Federal de São Paulo. São Carlos. p. 30, 1969.

RITTEL, Horst WJ; WEBBER, Melvin M. Dilemmas em uma teoria geral do planejamento. **Ciências da política**, v. 4, n. 2, pág. 155-169, 1973.

SANTIAGO, Cristine Diniz; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi. **Avaliação preliminar da qualidade dos sedimentos de duas nascentes, Córrego Espreado e Rio Monjolinho, São Carlos–SP**. Revista de Ciências Ambientais, v. 8, n. 1, p. 77-92, 2014.

SANTOS, Marcos Olímpio Gomes. **Problemas complexos: Contributo para a divulgação e aplicação do conceito**. Desenvolvimento e Sociedade, v. 1, n. 1, p. 119-129, 2017.

SANTOS, Mariana Gonzaga; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi; JÚNIOR, Irineu Bianchini. **Alterações espaciais e temporais de variáveis limnológicas do reservatório do monjolinho (campus da UFScar)**. 2011.

SÃO CARLOS, Lei Municipal nº 13.944 (2006), 12 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a criação das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município - APREM e dá outras providências. Disponível em: http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/plano_diretor/Microsoft%20Word%20-%20lei13944.pdf. Acesso em: 29 de agosto de 2021.

SÃO PAULO, Lei Estadual nº 9.866 (1997), de 28 de novembro de 1997. Estabelece diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos

mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1997/lei-9866-28.11.1997.html. Acesso em: 29 de agosto de 2021.

SÉ, J. **Monjolinho e sua bacia hidrográfica com entregadores de sistemas ecológicos: um conjunto de informações para o início de um processo de pesquisa ecológica de educação, planejamento e gerenciamento ambientais a longo prazo**. 1992. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SILVA, Roberto Valmir. Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias: uma revisão. **I Seminário de Hidrologia Florestal**, p. 74, 2003.

SILVA, Juliana Caroline de Alencar; -PORTO, Monica Ferreira. **Requalificação de rios urbanos no âmbito da renaturalização, da revitalização e da recuperação**. Labor e Engenho, v. 14, p. 19, 2020.

SILVESTRE, Maria José; FIALHO, Isabel; SARAGOÇA, José. **Da palavra à construção de conhecimento científico: um olhar reflexivo e meta-avaliativo sobre o guião de entrevista**. Comunicação & Informação, v. 17, n. 2, p. 119-138, 2014.

TAMBOSI, Leandro Reverberi et al. **Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal**. Estudos avançados, v. 29, p. 151-162, 2015.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. FAPESP: FUNDIBIO, Botucatu, p. 597-625, 1999.

TOPPA, Rogério; HENKE-OLIVEIRA, Carlos; GIROLDO, Danilo. **Educação, planejamento e gestão ambiental: estudo de caso da Universidade Federal de São Carlos (Brasil)**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, Espinho: Silva, Silva & Soares LDA, 2003. p. 256-256.

TUNDISI, J. G. Represas do Paraná superior: limnologia e bases científicas para o gerenciamento. **A. Boltovskoy & HI Iopez (eds.) Conferencias de limnologia, la Plata, Argentina**, p. 41-52, 1993.

UFSCAR. Ministério da Educação e do Desporto. **Planejamento Estratégico 1994-1996**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, p. 263, 1994.

WEGNER, Patrícia Zimmermann; LUZ, Luciano Soares. Conflitos Legislativos na área urbana. **I Seminário de Hidrologia Florestal**, p. 64, 2003.

WOHL, Ellen; LANE, Stuart N.; WILCOX, Andrew C. **The science and practice of river restoration**. *Water Resources Research*, v. 51, n. 8, p. 5974-5997, 2015.