

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

CARACTERIZAÇÃO DE EVENTOS PERIGOSOS DA CAPTAÇÃO SUPERFICIAL DO RIO CORUMBATAÍ PARA SEGURANÇA HÍDRICA DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO – SP

Katia Sakihama Ventura, UFSCar/PPGEU, katiasv@ufscar.br
Luiz Henrique Ferro, UFSCar/DECiv, luizferro@estudante.ufscar.br
Mariana Sedenho de Moraes, UFSCar/PPGEU, sedenhomariana@gmail.com

Resumo

A gestão adequada de Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs) depende da prevenção de eventos perigosos que podem contaminar as captações superficiais e/ou prejudicar o uso dos recursos hídricos para diversos fins no meio urbano. O objetivo foi caracterizar os riscos à qualidade da água do manancial e do entorno da captação superficial do Rio Corumbataí em Rio Claro. A metodologia consistiu nas seguintes etapas: I) Caracterização da área de estudo; II) Identificação de riscos por imagens de satélite e visitas à campo; III) Análise dos registros identificados; e IV) Aplicação do método de avaliação. Os principais resultados foram carreamento de contaminantes pelo escoamento superficial (classe 20 – crítica), seguidos de chuvas intensas com turbidez elevada, contaminação direta pelo descarte de esterco e agrotóxicos, interrupção no fornecimento de energia e falha no sistema devido a temporais, defeitos, acidentes ou vandalismo, além do lançamento de esgoto tratado próximo à captação (classe 15 – em atenção), entre outros. A priorização de eventos perigosos é uma ferramenta de apoio ao gestor para formulação de políticas públicas a fim de elevar o alcance do ODS 6. Assim, recomenda-se integrar estudos do PSA com os ODS para efetivar o planejamento robusto dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Plano de Segurança de Água, Captação Superficial, Gestão de Risco, Rio Corumbataí, Rio Claro - SP.

1. Introdução

O acesso à água potável, dado o reconhecimento de 884 milhões de pessoas que carecem do serviço, tornou-se direito humano essencial (ONU, 2010). Neste sentido, o Ministério da Saúde destaca a importância do planejamento do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) por meio do Plano de Segurança da Água (PSA) (BRASIL, 2012), instrumento utilizado para detectar possíveis falhas no SAA, de forma a hierarquizá-las e promover medidas preventivas, a fim de garantir a segurança quali-quantitativa da água aos distintos usuários (WHO, 2011).

A abordagem do PSA visa a análise da água desde a captação até o consumidor final para os gestores realizarem ações e investimentos voltados à administração dos riscos priorizados. Os principais documentos de referência para o tema em questão são guias publicados pela OMS e organizações nacionais, como o "Plano de Segurança da Água - Garantindo a qualidade e



promovendo a saúde - Um olhar do SUS" do Ministério da Saúde e a norma brasileira ABNT NBR – 17080/2023 (BRASIL, 2012; ABNT, 2023).

Diante da importância do planejamento hídrico no desenvolvimento sustentável, a ONU inclui, dentre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), o ODS 6. Este, intitulado “Água potável e Saneamento”, traz a disponibilidade de água potável e segura e a oferta de saneamento básico como preocupações primordiais à prevenção da contaminação do solo, de rios e de fontes de água para abastecimento (SÃO PAULO, 2019).

O Brasil tem enfrentado de forma ineficaz os grandes desafios relacionados à gestão de recursos hídricos e saneamento. Áreas com saneamento básico precário, além de ameaçar diretamente populações e comunidades, contribui para a poluição de águas superficiais e aquíferos, reduzindo a disponibilidade e qualidade de água. Dessa maneira, é recomendado promover estratégias para a implementação e monitoramento das metas do ODS 6, bem como promover a articulação entre os planos de recursos hídricos e de uso do solo (JACOBI *et al.*, 2020).

Assim, o objetivo principal foi caracterizar os eventos perigosos da captação superficial do Rio Corumbataí para a segurança hídrica do município de Rio Claro - SP. A pesquisa se justifica pela necessidade de estudos que visem o ODS 6 e o planejamento e desenvolvimento do PSA municipal, além de reforçar a importância do PSA como instrumento de apoio à tomada de decisão para gestão hídrica a longo prazo.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Fundamentos do Plano de Segurança da Água

O PSA ganhou relevância com a revisão da *Guidelines for drinking-water and Water Safety Plans* (Diretrizes para água potável e Plano de Segurança da Água) (WHO, 2011). O PSA é um instrumento utilizado para gestão de SAAs que compreende avaliação, monitoramento operacional e plano de gestão, incluindo processos de documentação e comunicação (BRASIL, 2012).

O Plano se justifica pelas limitações de modelos de abastecimento utilizados tradicionalmente, referindo-se a métodos demorados e de baixa capacidade de alerta (MIERZWA *et al.*, 2020). O método proposto visa a gestão de riscos com foco no consumidor final e na preservação do meio ambiente, assim como ajustes dado o modelo de gestão empregado e local de aplicação (BRASIL, 2012). A **Figura 1** ilustra as etapas para elaboração de um PSA.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

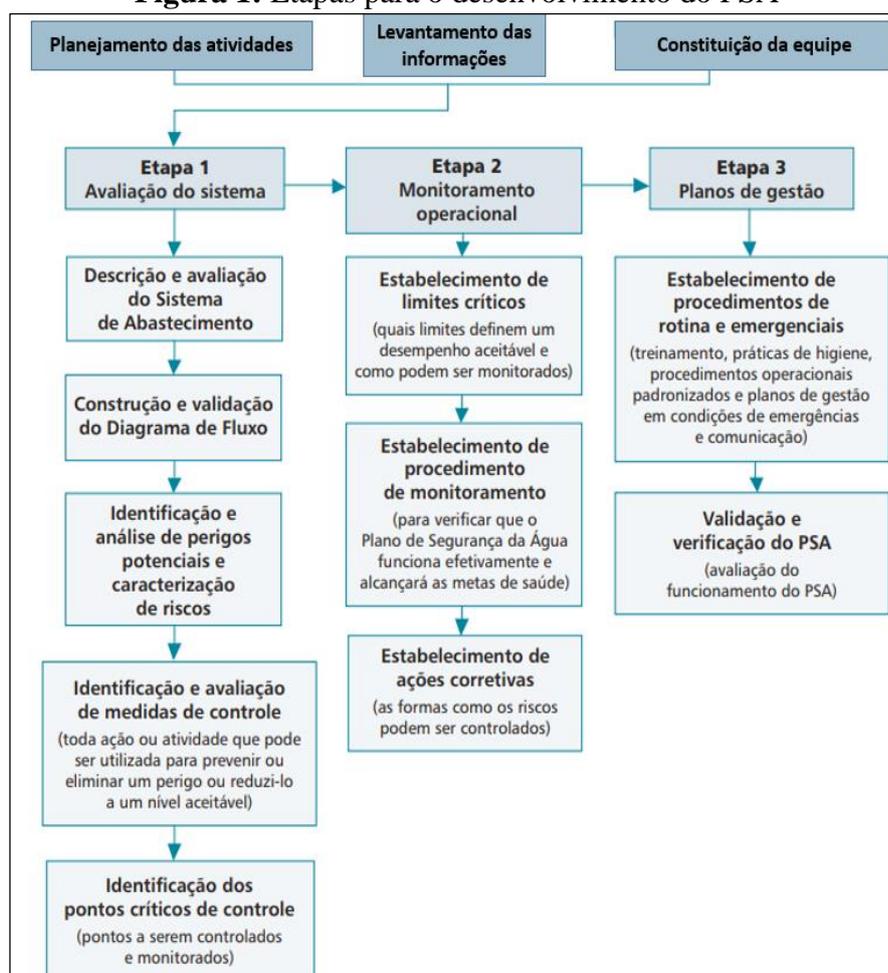
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 1: Etapas para o desenvolvimento do PSA



Fonte: Adaptado de Brasil, 2012.

2.2 Sustentabilidade da Água Potável e do Saneamento Básico (ODS 6)

A adoção de uma meta específica para a água representou grande mudança no setor de recursos hídricos, sendo reconhecido o impacto da água em toda a agenda de desenvolvimento. Dentre os indicadores do ODS 6, incluem-se o fornecimento de água potável; existência de serviços de saneamento; tratamento e reutilização de águas residuais; qualidade da água; eficiência e escassez; proteção e restauração de ecossistemas aquáticos (ORTIGARA; KAY; UHLENBROOK, 2018).

Observa-se a falta de preparação sobretudo de países menos desenvolvidos para apresentar dados relativos às metas do ODS 6, com dados limitados em termos de pessoas, financiamento, equipamentos, e infraestrutura para processar e reportar. A disponibilidade e utilização



destes dados é recomendada para a gestão da água e a tomada de decisões a nível local e nacional, podendo os pesquisadores desempenharem papel fundamental no desenvolvimento de indicadores nacionais que reflitam melhor as circunstâncias locais, e de apoio aos indicadores globais dos ODS (ORTIGARA; KAY; UHLENBROOK, 2018).

Desta forma, a segurança da água tem relação direta com a qualidade e quantidade de água disponível para diversos usos, especialmente o consumo humano e dessedentação de animais, e, sobretudo, se enquadra no ODS 6 por assegurar melhorias de infraestrutura para o serviço de abastecimento de água e conservação de recursos hídricos. Assim, tem-se a sustentabilidade hídrica para as demandas no contexto urbano.

3. Metodologia

A pesquisa baseia-se em revisão de literatura, estudo de caso e análise exploratória. O primeiro é um procedimento que avalia o que foi produzido sobre o assunto, enquanto o estudo de caso consiste na vasta coleta de dados e por pesquisa de campo (SEVERINO, 2013). A análise exploratória é realizada pelo investigador que descreve as inter-relações entre as propriedades do fenômeno, fato ou ambiente observado (MARCONI; LAKATOS, 2003).

As etapas da pesquisa foram: I) Caracterização da área de estudo; II) Identificação de riscos através de imagens de satélite e visitas à campo; III) Análise dos registros identificados; e IV) Adaptação e aplicação do método de avaliação.

3.1 Caracterização da área de estudo

A caracterização envolve a bacia do Rio Corumbataí e entorno da captação superficial do Rio Corumbataí, localizada no município de Rio Claro - SP. Para essa etapa, foram consultadas literaturas como o Relatório Final – Estudo dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí (FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2020), buscando o levantamento de questões hídricas, estudos de uso e ocupação do solo e elementos correlacionados.

3.2 Identificação de riscos por imagens de satélite e visitas à campo

Foi utilizada a ferramenta *Google Earth Pro* para identificar previamente características e riscos que podem comprometer a qualidade da água na área de estudo. Em seguida, realizaram-se visitas à campo no entorno da captação superficial do Rio Corumbataí por meio de veículo particular.

Foram percorridos cerca de 200 km entre estradas vicinais e rurais, sendo percorrido o mesmo trecho em diferentes épocas do ano. As visitas de campo observaram características como: condições das vias e sua proximidade com o Rio Corumbataí; uso e ocupação do solo; condições de escoamento superficial em períodos chuvosos; disposição de resíduos sólidos nas proximidades do Rio Corumbataí; presença de áreas urbanas próximas ao Rio Corumbataí; situação da mata ciliar e eventos perigosos.



Por fim, foram elaborados mapas com a indicação da localização de possíveis eventos de risco. Com a utilização do *Google Earth Pro*, os eventos foram posicionados junto a imagens de satélite para visualização dos locais que apresentam riscos de insegurança da água.

3.3 Análise dos registros identificados

Foram analisados os seguintes aspectos: o uso do solo, características da área estudada e atividades identificadas em etapas anteriores de acordo com possíveis impactos na qualidade da água e na captação superficial do Rio Corumbataí (BEUKEN, 2008). A análise contemplou a organização de riscos em relação ao uso e ocupação do solo e riscos que abrangem eventos pontuais identificados.

3.4 Aplicação do método de avaliação

O método proposto pela ABNT NBR 17080/2023 aborda aspectos de probabilidade e consequências dos eventos perigosos, conforme os **Quadros 1 e 2**. Para a classificação final do evento, é proposta a multiplicação dos valores definidos quanto aos critérios, tendo-se então um resultado final para mensurar a relevância do risco analisado (ABNT, 2023).

Nessa etapa, foi proposta uma adaptação da descrição referente à classificação dos quesitos de probabilidade e severidade. Após a consulta de literaturas como Brasil (2012) e considerações feitas para aspectos observados por imagens de satélite e visita de campo, os critérios para classificação dos eventos perigosos foram adaptados pelos autores, a fim de melhor contemplar a ponderação dos riscos quanto ao objeto de estudo.

Quanto à probabilidade de ocorrência (P) (**Quadro 1**), a ABNT (2023) e Brasil (2012) indicam o grau da frequência de ocorrência de determinado evento. A adaptação buscou incluir a existência ou não de características que prejudiquem a qualidade da água.

Em relação à severidade (S) (**Quadro 2**), a norma ABNT NBR 17080/2023 indica o potencial prejuízo dos eventos quanto à população atendida pelo SAA. A adaptação proposta buscou incluir na análise os aspectos indicados por Brasil (2012), avaliando a capacidade de minimizar as consequências de eventos perigosos e seus possíveis impactos, considerando possíveis operações e investimentos.

Após a aplicação do método adaptado aos eventos perigosos identificados na área de estudo, a obtenção de valores permitiu identificar os eventos de risco mais significativos. Para facilitar a visualização da classificação destes, conforme pontuação obtida, foram adotadas as classes e escala de cores estabelecidas no **Quadro 3**.



Quadro 1: Classificação de eventos perigosos quanto à probabilidade

Escala de probabilidade de ocorrências		
Probabilidade de ocorrências	Descrição	Peso
Quase certa	Espera-se que ocorra uma vez por dia Acréscimo: alta probabilidade de existência	5
Muito provável	Vai acontecer provavelmente uma vez por semana	4
Provável	Vai ocorrer provavelmente uma vez por mês Acréscimo: probabilidade de existência moderada	3
Pouco provável	Pode ocorrer uma vez por ano	2
Raro	Pode ocorrer em situações excepcionais (uma vez em cinco anos) Acréscimo: baixa probabilidade de existência	1

Fonte: Adaptado de ABNT (2023) e BRASIL (2012)

Quadro 2: Classificação de eventos perigosos quanto à severidade de consequências

Escala de severidade de consequências		
Severidade das consequências	Descrição	Peso
Catastrófica	Potencial agravo à saúde para grande parte da população Acréscimo: não pode ser minimizado na etapa seguinte do sistema e/ou demandaria grande investimento para tal	5
Grande	Potencial agravo à saúde para uma pequena parte da população Acréscimo: não pode ser minimizado na etapa seguinte do sistema e/ou demandaria grande investimento para tal	4
Moderada	Potencial prejudicial para uma grande parte da população Acréscimo: potencial impacto estético na água, podendo ser minimizado na etapa seguinte do sistema existente	3
Pequena	Potencialmente prejudicial para uma pequena parte da população Acréscimo: pequeno impacto estético/organoléptico na água, podendo ser minimizado na etapa seguinte do sistema existente	2
Insignificante	Sem impacto ou não detectável	1

Fonte: Adaptado de ABNT (2023) e BRASIL (2012)



Quadro 3. Análise de risco dos eventos perigosos

Análise	Pontuação	Cor
Muito alto – necessidade de ação imediata	>15	Red
Alto – necessidade de especial atenção	10 a 15	Orange
Médio – necessidade de atenção	6 a 9	Yellow
Baixo – controlável com procedimento de rotina	<6	Green

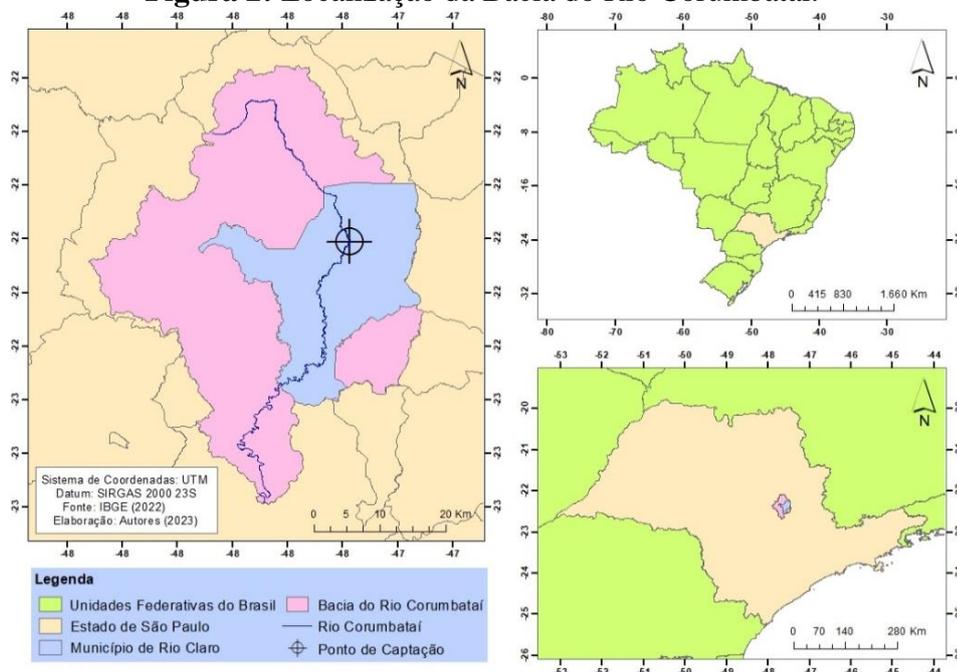
Fonte: Autoria própria, 2023.

4. Resultados

4.1 Caracterização da área de estudo

A bacia do Rio Corumbataí (**Figura 2**) integra a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 05, composta esta pela bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ). Localizada no centro-leste do estado de São Paulo, apresenta total de 265.217 habitantes e abrange uma área de 1.719,46 km² (FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2020).

Figura 2: Localização da Bacia do Rio Corumbataí.



Fonte: Autoria própria, 2023.



A bacia do Rio Corumbataí se subdivide em cinco sub-bacias, denominadas de zonas. A bacia do Alto Corumbataí (zona 17), está localizada na porção norte da bacia do Rio Corumbataí, apresenta população de 35.360 habitantes e contempla o ponto de captação superficial do Rio Corumbataí, localizada no perímetro do município de Rio Claro - SP (**Figura 2**) (FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2020).

Com uma população de 209.548 habitantes, Rio Claro é responsável por abastecer sua sede, assim como os distritos de Ajapi e Batovi, realizando a captação por meio de dois mananciais superficiais (Ribeirão Claro e Rio Corumbataí). A captação superficial do Rio Corumbataí contribui o abastecimento de 60% do município, tratando cerca de 1,5 milhão de m³ por mês (IBGE, 2023; RIO CLARO, 2021)

A ocupação por indústrias e agropecuária, atividades que demandam grande consumo de água, apresenta percentual elevado na bacia do Alto Corumbataí. A cana de açúcar, a laranja e o café são as culturas com maior destaque na região. Além disso, as áreas canavieiras e para pastagem ocupam mais de 60% da área total da bacia (AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ, 2020). A **Tabela 1** exibe a dinâmica do uso e ocupação do solo na bacia para cada classe, entre os anos de 2000 e 2017.

Tabela 1: Uso e ocupação do solo na bacia do Rio Corumbataí, de 2000 e 2017

Classe	Área 2000 (km ²)	Área 2017 (km ²)	Diferença de área (km ²)	%
Formação Florestal	254,2	219,6	-34,6	-14%
Formação Savânica (Cerrado)	3,1	3,1	0	0,0%
Floresta Plantada (Silvicultura)	23,6	75,0	51,4	218%
Formação Campestre (Campo)	1,4	1,4	0	0,0%
Pastagem	505,6	271,0	-234,6	-46%
Cultura Anual e Perene	0,5	3,5	3	562%
Cultura Semiperene	299,5	403,1	103,6	35%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	584,7	678,5	93,8	16%
Infraestrutura Urbana	38,6	57,4	18,8	49%
Outra área não vegetada	5,7	2,4	-3,3	-58%
Mineração	0,6	2,5	1,9	298%
Rio, lago e oceano	2,0	2,0	0	0,0%
Total	1.719,5	1.719,5	-	-

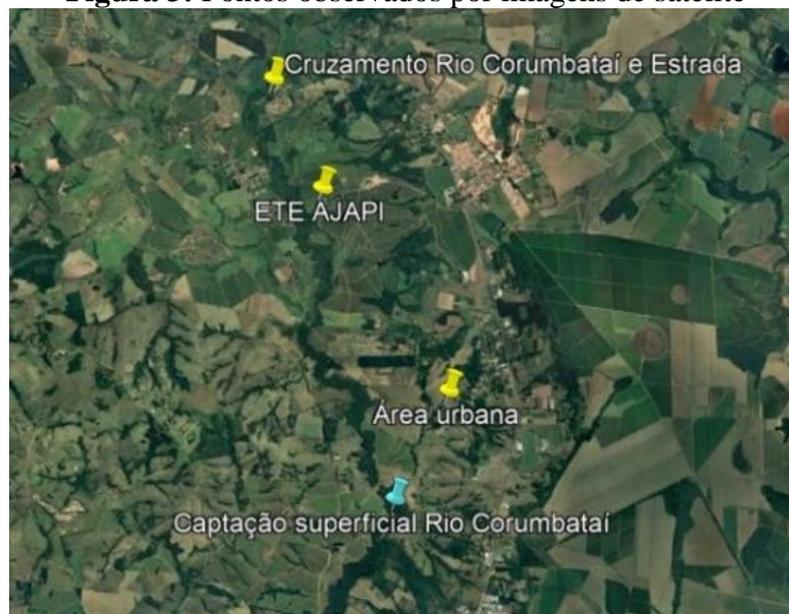
Fonte: Agência das Bacias PCJ, 2020.



4.2 Identificação de riscos por imagens de satélite e visitas à campo

Por análise visual de imagens de satélite (**Figura 3**), identificou-se que a área da sub-bacia do Alto Corumbataí é composta majoritariamente por áreas verdes, caracterizadas principalmente por vegetação nativa e agropecuária. Além destas, foi observada a existência de: estação de tratamento de esgoto, interferência do rio com rodovia, proximidade do rio com vias rurais e existência de edificações próximas às margens do Rio Corumbataí destinadas à lazer e moradia.

Figura 3: Pontos observados por imagens de satélite



Fonte: Autoria própria, via Google Earth Pro, 2023.

Por meio de visitas de campo, foram validadas as informações obtidas das imagens de satélite e observaram-se eventos não contemplados anteriormente, os quais impactam negativamente na qualidade da água a ser captada (Figuras 4, 5 e 6).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 4: Atividades e uso do solo próximos da captação superficial do Rio Corumbataí - (a): descarte e mantimento irregular de resíduos sólidos; (b): placa de informe de existência de mineração; (c): indicação de pesqueiros às margens do Rio Corumbataí



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Figura 5: Fluxo de água com interferência na estrada rural ao Rio Corumbataí - (a): ponto 1; (b): ponto 2; (c) ponto 3



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Figura 6: Área de pastagem próxima da captação superficial do Rio Corumbataí em diferentes períodos do ano - (a): registro em 17/12/2022; (b): registro em 19/12/2022; (c) registro em 11/03/2023



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

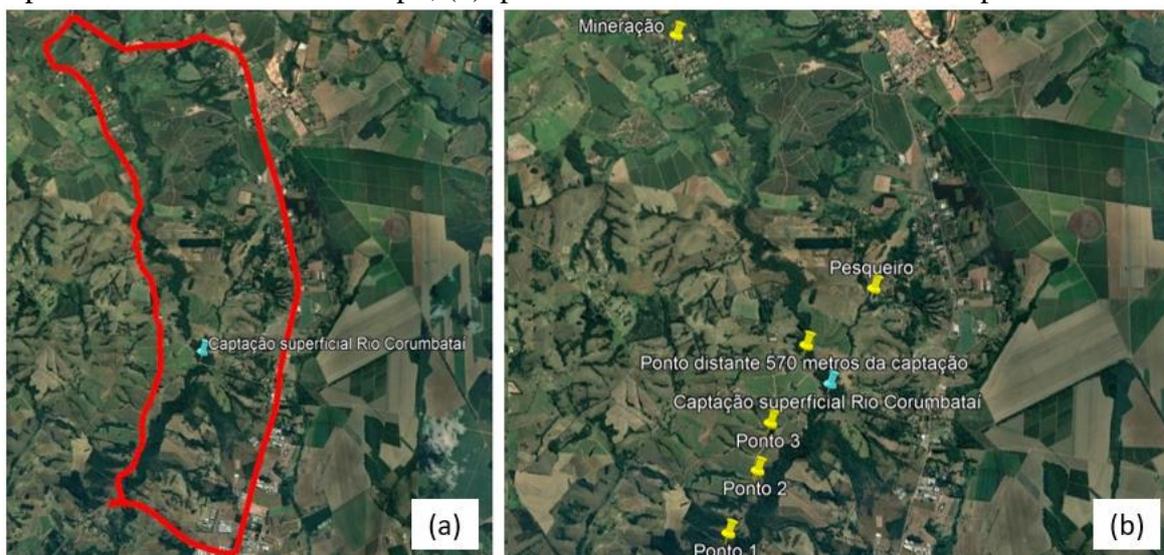
SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

O trecho percorrido nas visitas à campo possui 27 km e circunda a captação superficial do Rio Corumbataí por meio de estradas vicinais de terra e rodovias. A **Figura 7** exibe a localização dos riscos encontrados por meio de visita de campo e o caminho percorrido nas visitas. Os registros dos riscos relacionados ao fluxo de água na via são referentes ao trecho que impacta à jusante da captação superficial, sendo que, devido à falta de manutenção e chuvas intensas, visitas de campo não puderam contemplar todo o trecho dada as condições da via.

Figura 7: Trecho percorrido e localização dos pontos identificados em campo - (a) trecho percorrido em visitas de campo; (b): pontos observados nas visitas de campo realizadas.



Fonte: Autoria própria, via Google Earth, 2023.

4.3 Análise dos registros identificados em campo

4.3.1 Riscos em relação ao uso e ocupação do solo

A agricultura abrange a maior parte do uso e ocupação do solo, principalmente com pastagem e cultura semiperene, sendo responsável de forma majoritária pelo desmatamento observado na bacia. Grandes áreas de pastagem representam áreas com gramíneas, muitas vezes pisoteadas e sem vegetação nativa. A monocultura presente, por sua vez, prejudica a biodiversidade e apresenta a utilização de agrotóxicos. Estas características diminuem a absorção de água pelo solo, aumentando então o escoamento superficial que, por sua vez, carrega esterco e produtos químicos presentes no solo em direção ao rio, além de assoreá-lo devido ao grande volume e intensidade de água que o atinge.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

A mineração observada no entorno da captação superficial do Rio Corumbataí, é referente à extração de areia. Esta atividade, além do alto consumo hídrico, apresenta os riscos: (I) contaminação das águas devido aos rejeitos gerados no processo de mineração; (II) erosão do solo pela extração em cavas; (III) poluição e assoreamento do rio, sendo a mineração realizada em suas margens; (IV) aumento da turbidez e sólidos suspensos na água do rio; e (V) eventual diminuição da área molhada do leito do rio devido ao assoreamento.

A presença de pesqueiros e locais com tanques volumosos deve ser considerado um potencial risco devido a possibilidade de lançamento de efluentes ao rio. Estes efluentes, gerados devido a limpeza dos tanques, têm potencial de despejar alta quantidade de matéria orgânica no rio que, por sua vez, aumenta o número de algas e ocasiona o processo de eutrofização, prejudicando a qualidade da água.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) despeja o efluente gerado no Rio Corumbataí, e a captação da ETA ocorre a 4,6 km deste ponto. O risco referente a ETE pode ocorrer pela má gestão e operação. Efluentes com alta concentração de matéria orgânica e produtos químicos, assim como acidentes na estação, ocasionariam impactos relevantes no rio e na qualidade da água deste.

Foi observada a presença de estradas vicinais, assim como uma rodovia interceptando o Rio Corumbataí a 6,3 km de distância. A presença de vias de transporte proporciona um risco de contaminação ao rio devido ao derramamento de óleos e graxas na via, sendo estes carregados até o rio por meio de escoamento superficial. Ademais, existe a possibilidade de acidentes na via, sendo o ponto mais crítico na ponte da Estrada Rio Claro Corumbataí, podendo então haver contato direto de produtos químicos de diversas origens com o rio.

Por fim, as áreas urbanizadas representam riscos à qualidade da água devido a impermeabilização do solo, aumentando o escoamento superficial e consequentemente provocando erosão e assoreamento no rio. Além disso, existe a possibilidade do uso do solo para recreação nas margens do rio, de modo a ocasionar contato com produtos químicos e com fossa negra. Neste caso, a fiscalização é necessária para minimizar tais incidentes.

4.3.2 Riscos em relação aos eventos pontuais

A área de pastagem inundada se encontra a 570 metros da captação em questão. Assim como possíveis demais áreas inundadas em períodos de chuva, estas expõem o rio à riscos de contaminação por produtos químicos e esterco. É possível notar pelos registros que a matéria orgânica da área de pastagem e agrotóxicos dos cultivos entram em contato direto com o Rio Corumbataí, comprometendo assim a qualidade da água.

O fluxo de água valida a análise quanto aos perigos referentes ao escoamento superficial (**Figura 5**). Este acúmulo, por sua vez, carrega produtos químicos e matéria orgânica, prejudicando a qualidade da água.



O descarte irregular de resíduos sólidos foi notado em diversos pontos nas estradas, tendo sido registrado um dos pontos de acúmulo (**Figura 4**). Após a ocorrência de chuvas, estes resíduos sólidos são carreados pela chuva ao rio. Além da possibilidade de conter resíduos de matéria orgânica e produtos químicos nas embalagens, que podem entrar em contato com a água do rio e afetar sua qualidade, o descarte irregular interfere no ecossistema como um todo. Assim, recomenda-se limpeza na área visitada para evitar danos ambientais.

4.4 Aplicação do método de avaliação de eventos perigosos

O **Quadro 4** apresenta a lista dos eventos identificados na captação superficial do Rio Corumbataí.

Quadro 4: Avaliação dos eventos perigosos do entorno da captação superficial do Rio Corumbataí

	Descrição do evento perigoso	P	S	Resultado			
				<6	6-9	10-15	>15
1	Carreamento de contaminantes pelo escoamento superficial	5	4				20
2	Chuvas intensas com elevação na turbidez da água	3	5			15	
3	Contaminação por contato direto com excesso de esterco e agrotóxicos proveniente da agropecuária	3	5			15	
4	Interrupção no fornecimento de energia e falha no sistema devido a temporais, defeitos, acidentes ou vandalismo	3	5			15	
5	Lançamento de esgoto tratado proveniente de ETE próximo à captação	5	3			15	
6	Abate de animais em torno da fonte ou nas margens do rio	4	3			12	
7	Descarga de efluentes devido à limpeza de tanques de reserva de água, piscicultura e afins	4	3			12	
8	Erosão e presença de rejeitos devido ação de mineradoras	4	3			12	
9	Lançamento inadequado de esgoto próximo à captação	3	4			12	
10	Óleo depositado em rodovias por emissão, vazamento ou derramamento, sendo transportado por escoamento superficial	4	3			12	
11	Presença de latrina (fossa negra) até 30 metros da captação; contaminação fecal através de lixiviação de resíduos humanos ou de animais	3	4			12	
12	Derramamento de carga na rodovia devido a acidente de veículos podendo atingir o manancial	2	5			10	
13	Existência de outra fonte de poluição a até 10 metros da captação	3	3		9		
14	Extravasamento de fossas existentes em locais não cobertos pela rede pública de esgotamento sanitário	3	3		9		
15	Assoreamento e contaminação devido ao uso das margens para recreação	4	2		8		

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

	Descrição do evento perigoso	P	S	Resultado			
				<6	6-9	10-15	>15
16	Disposição de resíduos sólidos em torno da fonte e seus lixiviados	4	2		8		
17	Erosão provocada por dragagem e areeiro em torno da fonte	2	4		8		
18	Ocorrência de seca e/ou cheias prolongadas, inviabilizando a captação	2	4		8		
19	Contaminação por excretas de animais silvestres	5	1	5			
20	Contaminação química devido à acidentes (como industriais ou incêndios florestais)	1	5	5			
21	Entupimentos e/ou assoreamento na área de captação devido a presença de resíduos sólidos	2	2	4			

Fonte: Autoria própria, 2023.

Observa-se que o maior risco encontrado na área de estudo é em relação ao carreamento de contaminantes pelo escoamento superficial, alertando para a necessidade de uma ação imediata (**Quadro 4**). Ainda, 11 dos 21 eventos perigosos identificados na área de estudo possuem alto risco (10 a 15), indicando necessidade de atenção especial.

5. Conclusões

O estudo cumpriu com o objetivo proposto ao realizar a caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí e seus eventos perigosos no entorno do ponto de captação superficial do Rio Corumbataí. Os resultados contribuem para o planejamento e desenvolvimento do PSA de Rio Claro - SP e ao alcance da segurança hídrica da região, estando em consonância ao atendimento do ODS 6.

Por meio de revisões bibliográficas, consultas a imagens de satélite e visitas de campo, foi possível compreender o atual cenário da região e adaptar o método de priorização de eventos perigosos ao objeto de estudo. Dessa maneira, possibilitou-se a hierarquização de riscos e seu uso por gestores municipais.

A norma brasileira ABNT NBR 17080/2023 apresenta os requisitos para elaboração, implementação e avaliação de PSAs no Brasil. Esta norma esclarece dúvidas observadas em pesquisas científicas anteriores e depende do interesse do gestor e da concessionária em implementar e monitorar os eventos perigosos ao SAA como um todo.

A restrição do método consiste na avaliação de riscos ser subjetiva, uma vez que depende da experiência e conhecimento técnico de cada profissional. Assim, a elaboração de PSAs exige consultas a especialistas e pesquisadores científicos para cada parte do SAA.

O ODS 6 pode ser fomentado com o uso de indicadores, métodos e medidas preventivas para segurança da água e melhoria dos serviços de saneamento básico em escala municipal. A identificação e hierarquização de eventos perigosos é uma ferramenta de apoio ao gestor para



formulação de políticas públicas para gestão de recursos hídricos e ao abastecimento de água a fim de elevar o alcance do ODS 6.

Por conseguinte, os autores sugerem a continuação de pesquisas de forma integrada do PSA com ODS para que os municípios atinjam objetivos de forma eficaz para toda sociedade e aos ecossistemas envolvidos.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pela bolsa de doutorado e à Coordenadoria dos Programas de Iniciação Científica e Tecnológica (CoPICT) pela bolsa PIBIC/CNPq de iniciação científica.

7. Referências bibliográficas

- ABNT NBR 17080. (2022). **Plano de segurança da água — Princípios e diretrizes para elaboração e implementação**. ABNT/CB – 177.
- AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. (2020). **Estudo do Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí**. Relatório Final.
- BEUKEN, R. (org); REINOSO, M.; STURM, S.; KIEFER, J.; BONDELIND, M.; ASTRÖM, J.; A. LINDHE, A.; LOSÉN, L.; PETTERSSON, T.; MACHENBACH, I.; MELIN, E.; THORSEN, T.; EIKEBROKK, B.; HOKSTAD, P.; ROSTUM, J.; NIEWERSCH, C.; KIRCHNER, D.; KOZISEK, F.; GARD, D.W.; SWARTZ, C. MENAIA, J. (2008). **Identification and description of hazards for water supply systems - A catalogue of today's hazards and possible future hazards**. Updated version. TECHNEAU, Deliverable no D4.1.4. 79p.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. (2012). **Plano de Segurança da Água: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde – Um olhar do SUS**. Brasília, 2012, 61 p.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS)**. (2021). Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/painelinformacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>. Acesso em: 13 fev. 2023.
- FERREIRA, J. G.; GOMES, M. F. B.; DANTAS., M. W. A. (2021). Desafios e controvérsias do novo marco legal do saneamento básico no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 65449-65468.
- FUNDAÇÃO AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. (2020). **Estudo do Uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí visando estabelecer cenários e planejamento das alternativas de abastecimento de água para os municípios pertencentes a esta bacia**. Relatório Final. Piracicaba, 2020.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

- INSTITUTO TRATA BRASIL. **Principais Estatísticas**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/agua/>. Acesso em: 26 abril de 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/rio-claro.html>. Acesso em: 16 de janeiro de 2023.
- JACOBI, P.; FREY, K.; RAMOS, R. F.; CORTES, P. (2020). ODS 6 - Água potável e saneamento. p. 117 - 132. **Objetivos do desenvolvimento sustentável: desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista** / Organizado por Klaus Frey, Pedro Henrique Campello Torres, Pedro Roberto Jacobi e Ruth Ferreira Ramos. Santo André, SP: EdUFABC.
- MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. (2003). **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.
- MIERZWA, J. C.; VIEIRA, J. M. P.; RODRIGUES, L. D. B.; SILVA, M. C. C.; SOUZA, R. M. G. L. (2020). **Guia prático para o desenvolvimento de planos municipais de segurança da água (livro eletrônico)**. São Paulo: Editora Limiar, 116 p.
- ORTIGARA, A. R. C.; KAY, M.; UHLENBROOK, S. (2018). A review of the SDG 6 synthesis report 2018 from an education, training, and research perspective. **Water**, v. 10, n. 10, p. 1353.
- RIO CLARO. **DAAE há 52 anos cuidando da água de Rio Claro com respeito e eficiência**. IMPRENSA RIO CLARO - SP, 3 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://imprensa.rioclaro.sp.gov.br/?p=67184>. Acesso em 18 de jul. de 2022.
- SÃO PAULO. (2019). **1º Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Estado de São Paulo (2016 - 2019)**. 130 p.
- SEVERINO, A. J. (2013). **Metodologia do trabalho científico (livro eletrônico)**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. (2011). **Guidelines for drinking-water quality**. Geneva: WHO. Fourth edition.