

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO QUILOMBO LOCALIZADO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CHAPECÓ¹

Camila Scaravonatto Nunes²
Anderson Clayton Rhoden³

RESUMO

A água é um elemento vital para qualquer ser vivo, sendo imprescindível tê-la em quantidade e qualidade. Devido as ações antrópicas, a contaminação da água é eminente para uso, normalmente, é necessário realizar o tratamento químico. Para conhecer a qualidade da água é fundamental fazer sua análise e comparar os valores obtidos aos de parâmetros descritos em legislação específica. O parâmetro mais utilizado no Brasil é o Índice de Qualidade da Água (IQA). A pesquisa teve como objetivo principal analisar a qualidade da água do rio Quilombo, avaliados nove parâmetros de qualidade da água: condutividade, pH, turbidez, coliformes termotolerantes, nitrogênio orgânico, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais e cor. Foi realizada a coleta da água em seis pontos ao longo do rio Quilombo. O trabalho utilizou metodologia de forma comparativa dos resultados obtidos com parâmetros de legislação a Resolução Conama número 357 de 17 de março de 2005. Os parâmetros pH, turbidez e sólidos totais apresentaram valores dentro do padrão da legislação. Os parâmetros condutividade elétrica, fósforo total e DBO apresentaram valores acima do permitido pela legislação em todos os locais analisados. Para todos os parâmetros analisados foi possível realizar o enquadramento com a legislação. Para coliformes termotolerantes alguns pontos apresentaram valores acima dos demais, assim como o nitrogênio orgânico, sendo que para estes não foi possível realizar o enquadramento com a legislação devido as diferenças de metodologias utilizadas na realização da análise. O rio Quilombo está recebendo cargas contaminantes de dejetos de animais e esgotos domésticos, assim como de material mineral, levando a contaminação da água, sendo necessário adotar medidas de controle para conter a poluição das águas.

Palavras-chave: Qualidade da Água. Rio Quilombo. Resolução Conama.

1 INTRODUÇÃO

A água se renova na natureza através do ciclo hidrológico que apresenta uma dinâmica intrínseca, está presente nos diversos estados da matéria e nos mais diferentes locais, sendo considerada um solvente universal e essencial para a vida no planeta. A água possui inúmeros usos e funções, por isso faz parte do processo produtivo e também é utilizada na diluição de substâncias e efluentes, portanto, passível de contaminação (TUCCI, 2012).

A necessidade de tratar a água para que esta tenha qualidade para o uso a que se destina levou pesquisadores a criarem padrões de qualidade de água para cada tipo de uso e

¹ Pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

² Acadêmica do curso de Agronomia da UCEFF Faculdades. E-mail: camila.scanunes@gmail.com

³ Doutor, Professor do curso de Agronomia da UCEFF Faculdades. E-mail: andersonrhoden@uceff.edu.br

normas para a captação dos recursos hídricos, tendo o objetivo preservar e garantir sua existência em quantidade e qualidade para as gerações atuais e futuras (PATERNIANI, PINTO, 1999).

O Índice de Qualidade da Água (IQA) é basicamente um instrumento matemático no qual se torna possível unificar os parâmetros de diferentes naturezas (físicas e/ou químicas e biológicas), obtendo-se uma classificação geral ao invés de variáveis isoladas e unifica muitas variáveis em um único número, tornando assim compatível várias unidades de medidas em uma única unidade (MENEZES et. al 2018).

A modernização dos sistemas de produção, especificamente a suinocultura, tem gerado incremento de produção, todavia, resultou em aumento considerável na produção de dejetos líquidos de suínos. Os sistemas confinados contribuíram para a adoção do manejo de dejetos na forma líquida, o que agravou os problemas de armazenagem, captação, tratamento, transporte e distribuição dos dejetos. Como consequência disso, a capacidade poluidora se intensificou, sendo necessário aperfeiçoar o manejo desses resíduos (ITO *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade da água no rio Quilombo. Como objetivos específicos: I) analisar a qualidade da água do rio Quilombo; II) verificar a classificação da água do rio Quilombo; III) verificar se a qualidade da água no rio Quilombo está alterada pelo despejo de dejetos líquido de suínos.

A presente pesquisa foi baseada na dissertação de mestrado de Assis (2004), que realizou análises da qualidade da água do rio Quilombo, podendo confrontar estas às análises realizadas no ano de 2020, buscando-se identificar as possíveis fontes de poluição hídrica deste importante manancial.

A escolha do tema foi feita devido ao grande potencial de poluição do rio Quilombo e pelo fato da qualidade da água ser crítica na região, principalmente no meio rural do município onde há potencial de contaminação da água pelo uso inadequado e despejo de dejetos líquidos de suínos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico é o movimento constante da água pelo ambiente. A água pode ser encontrada na natureza em três formas: líquida, sólida e gasosa. No ciclo observa-se que a

água pode passar do estado sólido para o líquido e o gasoso e vice-versa, ou seja, a água altera sua forma de diferentes maneiras em função das condições ambientais, fundamentalmente temperatura e pressão. O ciclo da água pode ser dividido em duas etapas: ciclo longo e ciclo curto. O ciclo curto ocorre pela evaporação da água dos mares, rios, lagos e oceanos. A água evaporada vai para as nuvens, onde se condensa e volta para a superfície da terra em forma de chuva, neve ou granizo. O ciclo longo é um pouco mais complexo e depende de outros fatores para acontecer. No ciclo curto a água também tem sua dinâmica influenciada pelos processos de transpiração dos animais e plantas; pela distribuição de urina e efluentes. A água pode ser evaporada e volta à atmosfera, reiniciando o ciclo. Na natureza os dois ciclos ocorrem concomitantemente e pelo fato de a água estar nesse constante movimento, é considerada um recurso renovável. As alterações do estado físico da água ocorrem das seguintes maneiras: no início – líquido, onde a água está presente na transpiração dos seres vivos, nos rios, lagos, oceanos, entre outros. No meio – gasoso, onde essa água evapora e se acumula para que possa condensar nas nuvens. No final – líquido, onde acontece a precipitação voltando a terra em forma de chuva, impulsionando e reiniciando o ciclo (STOODI, 2020).

Na atmosfera e sob condições específicas, a água se condensa, forma gotículas que aumentam de tamanho e na sequência ocorre a precipitação. A água cai em direção a vegetação, ocorrendo a interceptação, a água não retida na vegetação vai em direção ao solo podendo infiltrar ou, quando após exceder a capacidade de infiltração de água no solo, gerar escoamento superficial. A água que infiltra percola no perfil de solo abastecendo o lençol freático e, ao seguir o caminho, pode permear as rochas e com isso formar aquíferos ou ressurgir na superfície na forma de nascentes, fontes, pântanos, bem como alimentar os rios e lagos. Flui lentamente entre espaços vazios e partículas do solo e das rochas, podendo ficar armazenada por um período variável sob a forma de água subterrânea. Já a água de escoamento superficial vai em direção as cotas menores da paisagem atingindo, normalmente, os rios, seguindo seu caminho em direção aos oceanos (VILLELA; MATTOS, 1975).

Na superfície do solo ou vegetação, a água evapora, retornando à atmosfera, bem como a água dos rios, mares, lagos e oceanos. Também, as plantas ao absorverem água promovem o processo de transpiração, retornando grandes quantidades de água à atmosfera. A associação de evaporação mais a transpiração origina o termo evapotranspiração. A água retornando à atmosfera reinicia o ciclo hidrológico (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012).

O ciclo da água a mantém disponível para que os organismos que dela dependem possam absorvê-la. Regula o clima, pois a água que está presente na superfície terrestre está relacionada com a manutenção do clima de uma determinada região, por isso as regiões secas tendem a ser mais quentes e as regiões úmidas tendem a ter temperaturas brandas. Regula os fluxos hidrológicos, onde o circuito de água está relacionado com a incidência de chuvas e também com a mudança dos cursos hídricos. A água atua de maneira importante na reciclagem de nutrientes, havendo diversos ciclos biogeoquímicos que ocorrem em função da água. Também, a água é fundamental para a diluição de substâncias que muitas vezes são poluentes, podendo serem dissolvidas na água e levadas para outros lugares, causando impacto ambiental longe do local onde foram geradas. A água atua de maneira importante na geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas, as quais usam a força do curso de água para acionar turbinas e com isso gerar energia (YUGUE, 2019).

2.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é composta de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem que é formada por cursos de água que se juntam até formar um leito único denominado de exutório. A bacia hidrográfica é uma área de captação natural de precipitação que faz afluir o escoamento para um único ponto de saída (TUCCI, 2012; VILLELA; MATTOS, 1975).

O território brasileiro foi dividido em um primeiro momento em macro divisão hidrográfica, conhecidas como Regiões hidrográficas Brasileiras. Essas regiões tem sua divisão justificada por suas diferenças existentes como ecossistemas, economia, sociedade e cultura (PORTO, 2008).

O rio Uruguai é originário da confluência dos rios Pelotas e Peixe na Serra Geral. Seu trecho no território nacional serve de limite entre os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. No Brasil seus principais afluentes são os rios Canoas, Pelotas, Passo Fundo, Chapecó, Ijuí, Ibicuí e Quaraí. Seu curso é de 2.200 km de extensão sendo dividido em três partes: alto rio Uruguai, local que possui um alto gradiente topográfico, o que torna propício ao alto potencial de geração hidrelétrica; médio rio Uruguai, possui uma condição de fronteiroço onde a economia local é baseada em suinicultura e agricultura de milho e soja; e o médio baixo rio Uruguai situado pela Campanha Gaúcha, tendo a irrigação como aproveitamento de suas águas para a rizicultura (CRAVO, 2006).

A lei nº 9433/97, de 08 de julho de 1997, destaca que é na bacia hidrográfica que deve ser feita a política de recursos hídricos, local onde devem ser tomadas as decisões. A política de recursos hídricos tem como objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água necessária, com padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo transporte aquaviário, com vista ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos hídricos (PORTAL CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2017).

2.3 INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA

O consumo da água tende a crescer de acordo com o aumento da população. Para cada uso existe uma necessidade de que a água tenha uma determinada qualidade. A água para beber deve obedecer critérios mais rígidos do que a utilização para recreação ou para fins paisagísticos. A recreação pode modificar a qualidade da água, prejudicando o abastecimento humano. A irrigação, devido ao uso de fertilizantes e pesticidas, pode provocar a poluição do recurso hídrico, causando prejuízos para outros usos. A água utilizada para diluir despejos, mesmo sendo tratados, a torna imprópria para o consumo humano e para outros fins (PATERNIANI e PINTO, 1999).

A resolução Conama número 357 de 17 de março de 2005 é a legislação que dispõe sobre a classificação dos recursos hídricos e apresenta as diretrizes ambientais para o seu enquadramento estabelecendo as condições e padrões de lançamento de efluentes onde suas informações sobre a classificação dos rios e os parâmetros de qualidade serão utilizados como referência para os resultados da presente pesquisa. A resolução ressalta que:

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. II - classe 1: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. III - classe 2: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário,

tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aqüicultura e à atividade de pesca. IV - classe 3: águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais. V - classe 4: águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística. V - classe 4: águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.

O IQA foi desenvolvido para comparar a qualidade de corpos hídricos e monitorar as alterações temporais ou espaciais na qualidade da água que resultam em sua contaminação por ações antrópicas como esgotos domésticos, resíduos industriais ou agropecuários. O IQA varia de 0 (pior qualidade) a 100 (melhor qualidade) e utiliza nove atributos: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termo tolerantes, pH, nitrato, fósforo total, turbidez, temperatura e sólidos totais (FERREIRA et, al, 2015).

2.3.1 Parâmetros Físicos

Cor: está associada ao grau de redução e de intensidade que a luz sofre ao atravessar a água devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal, orgânico e inorgânico. Dentre estes materiais podem ser mencionados os ácidos húmicos e fúlvicos, substâncias naturais que resultam da decomposição parcial de compostos orgânicos, entre outros. Os esgotos domésticos se caracterizam como compostos orgânicos coloidais e como inorgânicos pode-se citar os óxidos de ferro e manganês vindos de vários tipos de solos.

O problema da cor é o aspecto estético. A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água em conduzir a corrente elétrica, fornece uma boa indicação das modificações da composição da água, em especial a concentração mineral, porém não fornece nenhuma indicação das qualidades relativas dos diversos componentes. A condutividade elétrica aumenta na medida em que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Representa uma medida indireta da concentração de poluentes. A turbidez é o grau de atenuação em que um feixe de luz sofre para atravessar a água devido à presença de sólidos em suspensão como partículas inorgânicas de areia, silte e argila e detritos orgânicos como algas, plâncton em geral, entre outros. A turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas, além disso, afeta nos usos doméstico, industrial e recreacional da água.

Os sólidos totais correspondem a toda a matéria orgânica que permanece como resíduo, após a secagem, evaporação ou calcinação de uma amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Podem causar danos aos peixes e a vida aquática, podendo também causar sabor às águas (CETESB, 2014).

2.3.2 Parâmetros Químicos

pH: o Potencial Hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas em um meio líquido através da medição da presença de íons hidrogênio H^+ . O valor do pH tem influência na distribuição das formas livre e ionizada de vários compostos químicos, contribuindo para maior ou menor grau de solubilidade das substâncias definindo o potencial de toxicidade de diversos elementos. As alterações de pH podem ter origem natural causada pela dissolução de rochas ou antrópicas causadas por esgotos domésticos e despejos industriais. O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes e mais difíceis de interpretar. Sua complexidade se dá devido aos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado com fontes de poluição difusa ou pontual.

Sólidos Totais: correspondem a toda a matéria que fica em resíduo, após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pre estabelecida durante um determinado tempo. O sólidos totais são um importante parâmetro para definir condições ambientais onde esses sólidos podem causar danos aos peixes e a vida aquática. Altos teores de sais minerais como sulfato e cloreto podem corroer os sistemas de distribuição, além de proporcionar sabor e odor às águas, prejudicando o abastecimento público (NOGUEIRA et. al, 2015).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) também é um parâmetro importante corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Altos níveis de DBO nos corpos d'água são provocados por despejos de origem orgânica, a presença de alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando desaparecimento dos peixes. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico, como o dicromato de potássio. Os valores de DQO geralmente são maiores que a DBO, o aumento da concentração de DQO na água é provocado por despejos de origem industrial (CETESB, 2014).

2.3.3 Parâmetros Biológicos

Os coliformes termotolerantes são bactérias gram negativas, em forma de bacilos, são caracterizadas pela atividade da enzima –galactosidase, podendo crescer em meios contendo agentes tenso/ativos e fermentar em lactose nas temperaturas de 44 a 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que tenham sido contaminadas com material fecal (CONAMA, 2005).

2.4 A POLUIÇÃO HÍDRICA

No geral, a poluição hídrica ocorre pela adição de substâncias que de forma direta ou indireta alteram as características químicas e físicas de um corpo d'água, prejudicando as possibilidades de uso. Os tipos de poluição são química, física e biológica (PEREIRA, 2004).

Existem várias possíveis causas da poluição hídrica, geralmente a ação humana é o que compromete as fontes hídricas. As atividades agrícolas realizadas com certa proximidade de fontes de água, como os rios, podem afetar a qualidade da água para os mais diversos usos. As atividades domésticas em que os esgotos podem chegar até os corpos hídricos resulta em contaminação grave da água. As atividades industriais também apresentam risco ambiental, podendo afetar o ambiente com resíduos de seus processos, causando poluição da água (SITE SUSTENTÁVEL, 2019).

A poluição sedimentar ocorre quando existem partículas em suspensão vindas do solo, devido a erosão, desmatamento ou até mesmo da extração de minérios. Os sedimentos bloqueiam os raios solares e interferem para os animais encontrarem alimento. A poluição biológica é causada por detritos domésticos e industriais lançados nos esgotos sem tratamento prévio, além de materiais tóxicos utilizados na indústria. Esses efluentes não tratados podem conter microrganismos patogênicos como vírus, protozoários, bactérias e vermes. A poluição térmica ocorre quando a temperatura do ecossistema é elevada ou reduzida, afetando diretamente a biodiversidade onde vários organismos não conseguem sobreviver. A poluição por agentes químicos é decorrente do descarte inadequado de resíduos contaminantes em cursos d'água, rios e mares, que causa grande dano à vida marinha, prejudicando o ecossistema, podendo este ser acidental ou intencional (STOODI, 2020).

A poluição física é aquela que provoca alterações nas propriedades físicas da água. As principais são: poluição térmica que é resultante do lançamento de água aquecida em rios utilizada em refrigeração, siderúrgicas e usinas termoeletricas; por resíduos sólidos que são resultantes de sólidos suspensos, coloidais e dissolvidos são originários de ressuspensão de fundo que se dá pela circulação hidrodinâmica intensa vinda de esgotos e da erosão de solos arrastados pelas chuvas ou de erosão das margens (PEREIRA, 2004).

2.5 MANEJO E UTILIZAÇÃO DOS DEJETOS SUÍNOS

A correta gestão dos dejetos de suínos pode contribuir significativamente para a gestão ambiental, pois permite o equilíbrio entre a produção e o meio ambiente. Existem tecnologias para o correto manejo e utilização de dejetos de suínos, podendo-se destacar: compostagem que consiste em duas fases, sendo a primeira a fase de absorção, onde se adiciona de forma fracionada os dejetos líquidos em um substrato que pode ser maravalha, palha ou serragem, até atingir uma proporção de aproximadamente 1:10, ou seja, 1 kg de substrato para 10 litros de dejetos. Nessa fase ocorre aumento de temperatura devido a fermentação e evaporação de água. A segunda é a fase de maturação ou estabilização, onde a qualidade é mantida, pois a massa é revolvida continuamente e é adicionado oxigênio, permitindo que a temperatura se mantenha elevada, eliminando microrganismos patogênicos (ARAÚJO *et al.*, 2016).

A compostagem produz uma quantidade baixa de gases nocivos ao meio ambiente. Uso de biofertilizantes: sendo considerado adubo orgânico, o biofertilizante contribui para a reposição de húmus no solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas e tem um importante papel na fixação de nitrogênio atmosférico. São muitos seus benefícios: corrige a acidez do solo ($\text{pH} > 7,0$), melhora a estrutura do solo facilitando o manejo e enraizamento de plantas, reduz a erosão, favorece a multiplicação de bactérias, proporciona estrutura mais porosa ao solo, aumenta a produção, diminui o poder germinativo das plantas daninhas devido a liberação de produtos da fermentação, reduz coliformes fecais dos dejetos e elimina ovos de vermes do rebanho (ARAÚJO *et al.*, 2016).

No Brasil a forma de manejo de dejetos mais comum é o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas e posterior aplicação em solos. As esterqueiras e lagoas desde que bem manejadas são opções de baixo custo para produtores que possuam áreas de cultivo suficiente, utilizando os resíduos como fertilizantes orgânicos. No entanto cabe salientar que as recomendações agronômicas para essa prática devem ser respeitadas, levando em conta o

balanço dos nutrientes para nortear a tomada e decisão e mitigar os impactos ambientais (KUNZ et.al, 2005).

O processo de manuseio de dejetos na forma líquida possui mais opções e depende em parte do tipo de construções e do destino final a ser dado ao mesmo. Este sistema é mais eficiente em termos de conservação e recuperação dos dejetos. Já o manejo de dejetos sólidos exige maior mão de obra, pois se não for utilizada a cama, a limpeza deverá ser feita diariamente, além disso, a urina e água desperdiçadas geralmente escoam e são perdidas quando não existe estrutura para armazenar a parte líquida. O local de estocagem deverá ter condições de impermeabilização em relação ao solo e de preferência cobertura contra a chuva para evitar a proliferação de moscas e infiltrações perigosas (EMBRAPA, 1998).

Devido as suas características químicas, os dejetos de suínos possuem alto potencial fertilizante, podendo substituir parte ou totalmente a adubação química e contribuir significativamente para o aumento da produtividade das culturas e redução dos custos de produção. Para definir o sistema de manejo é necessário conhecer a constituição química e biológica do material e as transformações que ocorrem no solo e na esterqueira. O processo mais importante para a estabilização do líquido é a fermentação anaeróbia, são utilizadas normalmente esterqueiras convencionais, “bioesterqueiras” de dupla câmara, com alimentação e descarga contínua, e lagoas de estabilização. Os dejetos podem ser aplicados com tanques de distribuição acoplados ao trator, dejetos mais líquidos com maior teores de água, dependendo da distância do depósito até o local de aplicação, devem ser aplicados preferencialmente, por sistemas de aspersão com motobomba (EMBRAPA, 2000).

2.6 O POTENCIAL POLUIDOR DOS DEJETOS LÍQUIDOS DE SUÍNOS

Os dejetos líquidos de suínos (DLS) lançados em grande quantidade em rios e lagos podem provocar grande desequilíbrio ecológico e poluente devido a DBO e carga orgânica, pois quanto maior for a DBO, maior será carga orgânica nos rios e lagos (ASSIS, 2006).

Os resíduos dos suínos podem causar grandes impactos nos recursos hídricos se não adequadamente manejados devido a eutrofização das águas, o que altera a biodiversidade aquática, promove o crescimento de organismos patogênicos como doenças causadas pelos mesmos ao o homem e aos animais, matando os peixes e aumentando a toxicidade das plantas. Com a poluição da água podem se manifestar organismos patogênicos causando

sérios riscos à saúde do homem e de animais que ela consumirem, tais como leptospirose, tularemia, febre aftosa e a peste suína clássica (ITO *et al.*, 2017).

O potencial de poluição dos dejetos suínos é bem maior em relação a outras espécies de animais, pois sua degradação biológica produz gases tóxicos que podem afetar o desempenho e saúde dos suínos. O metano (CH₄), o dióxido de carbono (CO₂), amônia (NH₃) e o hidrogênio sulfídrico (H₂S) são os gases que possuem maior interesse para a suinocultura (OLIVEIRA, 2017).

Os DLS possuem em sua composição matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre, níquel, cádmio, chumbo entre outros elementos, possuindo baixo teor de matéria seca. A preocupação com o descarte desses vem crescendo cada vez mais, pois os DLS possuem alto potencial de poluição. A principal causa da poluição é o lançamento direto sem o devido tratamento nos cursos d'água, provocando redução no oxigênio dissolvido, disseminando patógenos e contaminando águas potáveis com amônia, nitrato e outros materiais tóxicos (CIOTTI *et al.*, 2008).

Os DLS têm maior potencial poluidor do que dejetos humanos. O principal desafio para o controle da poluição é a falta de área útil para descartar os dejetos. Nos anos 1980 houve um descontrole no destino dos DLS sem o tratamento adequado, o que provocou séria poluição das águas. Em 1981 foi instituída a Lei Federal número 6.938/81, a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Em 1991 começou a se dar mais importância para as leis ambientais e o Ministério Público passou a cobrar o cumprimento da legislação, aplicando advertências e multas e até o fechamento das unidades produtoras. Em 1998 foi criado no Brasil a Lei dos Crimes Ambientais, na qual foi proposto ao Ministério Público uma exigência maior no controle da poluição ambiental pelas granjas, desde então, o controle da poluição passou a ser condição necessária para o funcionamento delas (FACCHINI e FERREIRA, 2018).

2.7 MUNICÍPIO DE QUILOMBO SC

O município de Quilombo SC pertence a microrregião de Chapecó, situado na porção oeste do estado de Santa Catarina. Possui uma área de 279 km² fazendo divisa ao norte com Formosa do Sul e Santiago do Sul; ao leste com São Domingos, Entre Rios e Marema; ao sul com Coronel Freitas; e a Oeste com União do Oeste e Jardinópolis. O rio Quilombo é afluente do rio Chapecó e pertencente à bacia hidrográfica do rio Uruguai (ASSIS, 2006).

3 METODOLOGIA

Para a realização do trabalho utilizou-se como base a dissertação de mestrado de Fabíola de Assis que tem como título “Poluição hídrica por dejetos suínos: um estudo de caso no interior do município de Quilombo, SC” (ASSIS, 2006), com o intuito de averiguar possíveis mudanças na qualidade da água do rio Quilombo.

O local de estudo é no município de Quilombo, especificamente no rio Quilombo que é afluente do Rio Chapecó, localizado na Região Hidrográfica do Meio Oeste (RH2). A RH2 compreende a bacia hidrográfica do Rio Chapecó e a bacia hidrográfica do Rio Irani (COMITÊ CHAPECÓ E IRANI, 2020).

Para avaliar a qualidade da água do rio Quilombo em diferentes pontos estratégicos procedeu-se a coleta das amostras de água conforme metodologia descrita na resolução número 724, de 3 de outubro de 2011 da Agência Nacional das Águas (ANA), que propõem os procedimentos, materiais a serem utilizados, roteiro, instrumentos de coleta e cuidados com as amostras de água até chegar ao laboratório visando não alterar os parâmetros químicos, físicos e biológicos. As amostras de água foram coletadas em pontos estratégicos e acondicionadas em frascos já devidamente esterilizados que foram fornecidos pelo laboratório da Unidade Central Faem Faculdades (UCEFF), visando manter a qualidade da água conforme o momento de coleta.

Os parâmetros de qualidade da água analisados foram: turbidez, pH, condutividade elétrica, cor, teor de fósforo (P) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrogênio, sólidos totais e coliformes. Os procedimentos adotados em laboratório para determinação dos parâmetros de qualidade da água foram realizados conforme metodologia descrita na publicação *Standard Methods for the Examination of Wasterwater* (BAIRD *et al.*, 2017).

Para determinação de coliformes nas amostras de água foi utilizado o método rápido 3M Petrifilm, colocando-se 1 mL de água no petrifilm, deixado em incubação por 24 horas a 36°C, conforme metodologia descrita em 3M Microbiologia (2009).

Foram realizadas seis coletas em diferentes pontos ao longo do percurso do rio Quilombo, desde a nascente até no final da cidade. O clima no momento da coleta estava quente e seco, sendo época de estiagem, com isso o nível de água do rio estava baixo.

As análises foram realizadas com uma amostra por ponto de coleta. Cabe salientar que em função deste procedimento e a falta desta informação, não é apresentado o valor dos sólidos totais no ponto 1.

As coletas de água para análise foram realizadas nos mesmos locais do rio Quilombo indicados e orientados por Assis (2006) e que estão destacados a seguir. Informações complementares sobre os locais selecionados para coleta de água e averiguação da qualidade encontram-se descritos em Assis (2006).

- 01: Linha Venturin, localizada à montante da área urbana em frente à propriedade do senhor Valdir Barcarolo, ponto escolhido por não apresentar interferência de atividades rurais, onde a agropecuária continua sendo pouco expressiva e o rio encontra-se próximo à propriedade deste ao lado da estrada, na ponte.
- 02: Linha Nossa Senhora Consoladora, localizada à montante da área urbana, abaixo da propriedade do senhor Valdir Spagnol, ponto escolhido por apresentar interferência rural, o rio localiza-se a jusante desta propriedade ao lado da estrada que corta a localidade.
- 03: Linha Janeiro, localizada acima da sede Gandini a montante da área urbana, ponto escolhido por também apresentar atividade rural, no qual continua tendo atividade de suínos intensa, assim como a presença de várias propriedades rurais, o rio se encontra ao lado da estrada que corta a localidade.
- 04: localizado na junção dos rios Quilombo e Janeiro, na área urbana próximo a sede dos Professores (antiga sede Besc). Este ponto foi escolhido por ser o último ponto a montante da área urbana e por receber uma suposta carga de poluição. Continua sendo pouco expressivo o número de propriedades produtoras de suínos, o rio está localizado próximo a estrada que corta a localidade.
- 05: localizado à jusante da área urbana, na ponte abaixo do cemitério municipal. Ponto escolhido por receber quase toda a interferência de atividades urbanas e rurais, onde continua sendo pouco expressiva a atividade suinícola.
- 06: Linha Barra do Quilombo, localizada ao lado do campo de futebol da comunidade a jusante a área urbana. Apesar de continuar tendo atividade suinícola pouco expressiva no local, o ponto foi escolhido por estar localizado antes da confluência do rio Quilombo com o rio Chapecó e por receber influência de atividades urbanas e rurais.

Os resultados das análises de turbidez, pH, condutividade elétrica, cor, teor de fósforo (P) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foram analisados e discutidos de forma comparativa.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para referência dos indicadores analisados tem-se a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), número 357 de 17 de março de 2005. Esta Resolução complementa o Decreto número 14.250, de 5 de junho de 1981, que se refere a proteção e a melhoria da qualidade ambiental.

As águas do rio Quilombo se enquadram na classe 2, ou seja, as águas pode ser destinadas ao abastecimento e consumo humano após tratamento convencional; proteção de comunidades aquáticas; recreação; irrigação de hortaliças, frutíferas e parques, jardins, campos de esporte e lazer, como os locais onde o público possa ter contato direto e para aquicultura e atividades de pesca.

Aplicando-se as metodologias de avaliação e o que define a legislação federal, verificou-se os resultados apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Parâmetros de qualidade de água e valores máximos permitidos em função dos pontos de captação amostrados, conforme a Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005:

Parâmetros	Ponto 01	Ponto 02	Ponto 03	Ponto 04	Ponto 05	Ponto 06	Valores Máximos Permitidos
pH	8,15	7,95	8,08	8,28	8,26	8,32	Entre 6,0 e 9,0
Turbidez (UNT)	2,2	1,66	2,1	2,2	3,4	1,75	Até 100 UNT
Condutividade (mhos/L)	155,1	105,3	93,71	97,61	167,1	138,9	-
Cor (Pt/L)	198,4	198,7	193,7	200,9	205,4	202,5	Até 75 mg Pt/L
Fósforo Total (mg/L)	0,097	0,102	0,127	0,127	0,062	0,023	Até 0,050 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mg/L de O ₂)	26	26	24	20	24	18	Até 5 mg/L de O ₂
Sólidos Totais (mg/L)	-	150	70	20	70	20	1000 mg/L
Coliformes Termo Tolerantes (UFC/mL)	10	10	730	80	1000	10	1000 NMP/
Nitrogênio Orgânico (%)	4,3	6,12	2,62	0,87	0,87	1,75	Até 0,050 mg/L

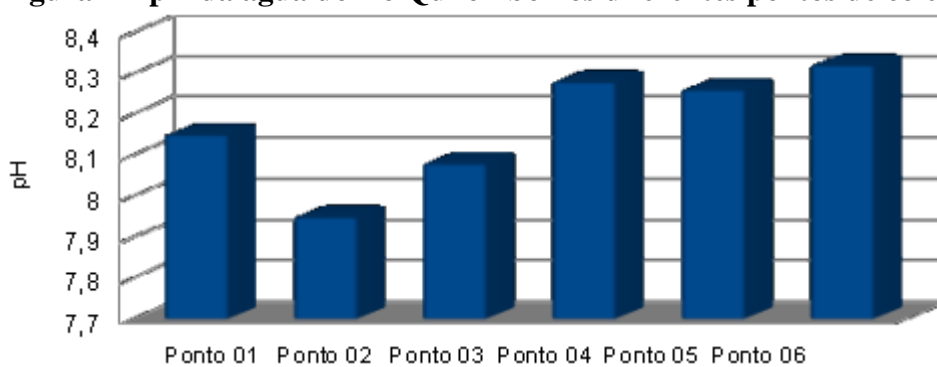
Fonte: Do autor. Parâmetros avaliados no Laboratório da Uceff Faculdades (2020).

No Quadro 1 pode-se evidenciar que o pH se manteve dentro dos valores aceitos para cursos d'água de classes 1 a 3, com intervalo entre 6,0 e 9,0. Observa-se no ponto F, à jusante da área urbana, o maior valor de pH, 8,32, e no ponto B, à montante da área urbana, o menor

valor, de 7,95. Os demais locais amostrados estão na faixa de 8,08 a 8,26 (Figura 1). As cargas recebidas pelo curso hídrico entre o ponto A e B podem ter gerado esse decréscimo de pH, todavia, pela entrada de água, turbulência desta a capacidade de mistura e depuração do rio, os valores voltaram a aumentar à jusante do ponto B de forma natural.

Ao comparar ao trabalho de Assis (2006), os valores obtidos na época estavam entre 6,5 e 6,82, indicando que, possivelmente, havia uma maior carga poluidora da água provocando um decréscimo no pH. Os maiores valores observados no presente trabalho indicam que possivelmente houveram melhorias com relação a disposição de cargas orgânicas, fertilizantes e sedimentos na bacia hidrográfica do rio Quilombo, promovendo incremento no pH quando avaliado em 2005 e em 2020, respectivamente.

Figura 1 – pH da água do rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta

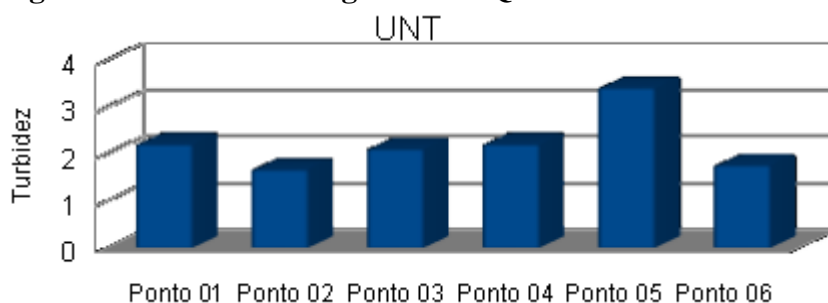


Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O parâmetro turbidez da água apresentou algumas variações e os valores de todos os pontos estão baixos em relação ao padrão recomendado que é até 100 UNT (Unidade Nefelométrica de Turbidez). O ponto E, à jusante da área urbana, apresentou o maior valor, 3,4. Levando em consideração que a turbidez é um indicativo da presença de partículas como silte, areia e argila e de detritos orgânicos como algas e plâncton, pode-se afirmar que o ponto E apresenta maior concentração desses materiais em relação aos demais, porém abaixo do tolerável pela legislação (Figura 2).

Ao comparar os resultados com os obtidos por Assis (2005), evidencia-se menores valores de turbidez da água. A autora evidenciou turbidez variando de 4 a 18. Pode-se destacar que de 2005 a 2020 houve redução importante nos valores de turbidez e com isso inferir redução relevante na presença de sólidos em suspensão na água, talvez por redução do processo erosivo nos solos.

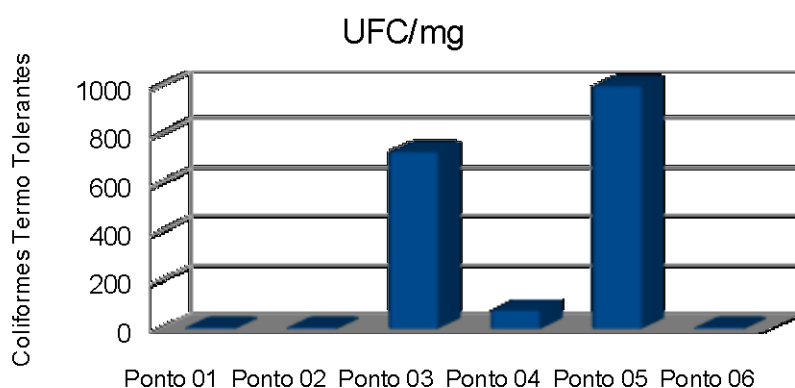
Figura 2 – Turbidez da água do rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para coliformes termo tolerantes (Figura 3), os pontos C e E apresentaram os valores maiores, com o ponto C, à montante da área urbana, correspondendo a 730 UFC/mL e o ponto E, à jusante da área urbana, correspondendo a 1000 UFC/mL, sendo este o local com maior presença de coliformes. Segundo a Resolução Conama número 357, o limite máximo permitido é de até 1000 NMP/100mL, resultado este expresso em Número Mais Provável para 100mL, porém para esta pesquisa foi utilizado o método rápido Petrifilm, portanto, os resultados obtidos foram expressos em UFC/mL (Unidade Formadora de Colônia), desta forma não é possível realizar o enquadramento conforme a Resolução Conama e comparativo ao trabalho de Assis (2005). Pode-se destacar que as causas para estes resultados podem estar atreladas a presença de fezes humanas (esgotos) ou animal, o que aumenta consideravelmente os valores deste parâmetro, indicando importante contaminação da água.

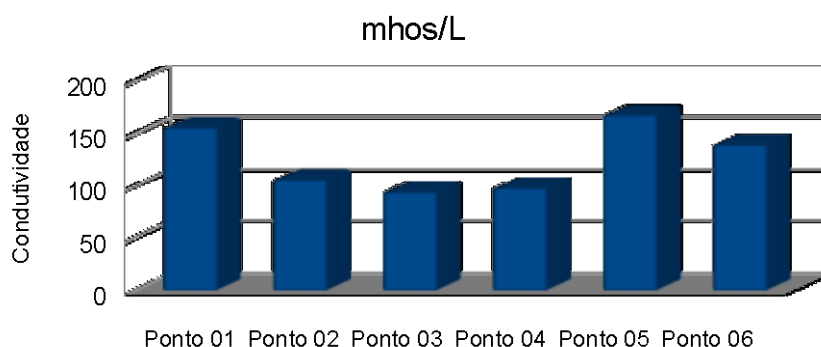
Figura 3 – Coliformes totais na água do rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Com relação ao parâmetro condutividade elétrica (Figura 4), não há um valor específico na Rnonsideração que a condutividade é um indicativo de mudanças na composição da água, especialmente na concentração mineral, ao comparar com os dados de Assis (2005) pode-se afirmar que esse parâmetro teve um aumento significativo nos últimos 15 anos. Em 2005 estava na faixa entre 0,16 a 0,21, sendo o ponto A com maior valor, todavia, no presente trabalho evidenciou-se valores entre 93,71 e 167,1, sendo os pontos A e E com maiores valores. Pode-se indicar que com o passar dos anos houve um aumento na carga mineral lançada no rio, o que pode ser devido a presença de fertilizantes minerais ou orgânicos, havendo aumento na presença de íons na água e na concentração de elementos químicos.

Figura 4 – Condutividade elétrica da água do rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

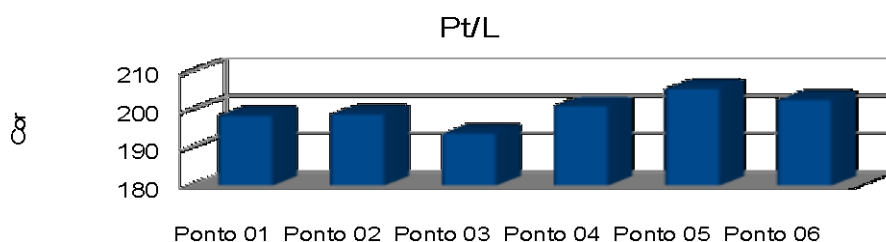
O parâmetro cor (Figura 5) não apresentou variações significativas entre os pontos de coleta, todavia, estão acima do padrão permitido pela legislação que é de até 75 mg Pt/L. Pode-se afirmar que na água podem estar presentes sólidos dissolvidos como material coloidal orgânico (esgotos domésticos) e inorgânicos (óxidos de ferro e manganês vindos de vários tipos de solos), o que tende a aumentar os valores para o parâmetro cor.

A condição de cor da água pode estar atrelada a presença de sedimentos de erosão, dejetos de animais, bem como a presença de organismos como algas, o que é comum quando se tem nutrientes na água, criando um ambiente eutrófico, o que pode favorecer o aumento desses organismos e que podem comprometer a cor da água.

Conforme a Resolução Conama número 357, para os cursos d'água de classe 2 o parâmetro fósforo total é de até 0,030 mg/L para ambientes lênticos e 0,050 mg/L para

ambientes intermediários. Considerando que a água do rio Quilombo é ambiente intermediário, todos os pontos, exceto o ponto F, estão acima do padrão recomendado, sendo que os pontos C (à montante da área urbana) e o D (à jusante da área urbana) apresentaram valores mais altos que os demais, correspondendo a 0,127 em ambos.

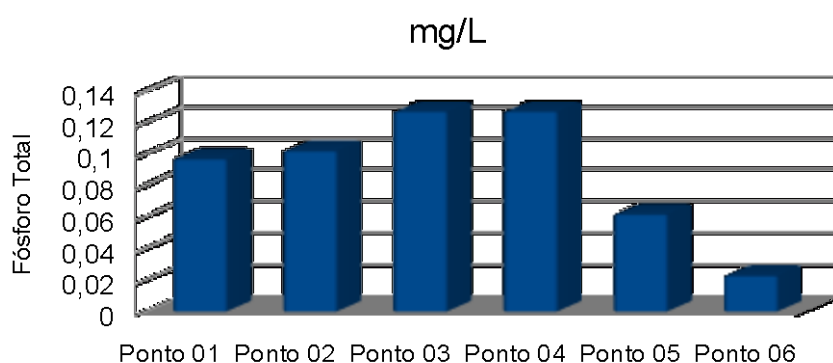
Figura 5 – Cor da água do rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Em função das maiores concentrações de fósforo na água, possivelmente pode estar ocorrendo a entrada de alguma carga de compostos orgânicos, esgotos, compostos dissolvidos de solo, detergentes, excrementos de animais ou fertilizantes minerais. Já o ponto F está dentro do padrão recomendado, correspondendo a 0,023 mg/L, o que indica que este ponto está recebendo menor carga poluidora em relação aos demais (Figura 6). Ao comparar com os resultados de Assis (2005), evidencia-se que houve um aumento nos teores de fósforo total na água do rio Quilombo, o que pode indicar que está havendo, neste momento, eutrofização das águas, o que pode ser prejudicial à qualidade da água e a biodiversidade aquática.

Figura 6 – Fósforo Total na água do rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta



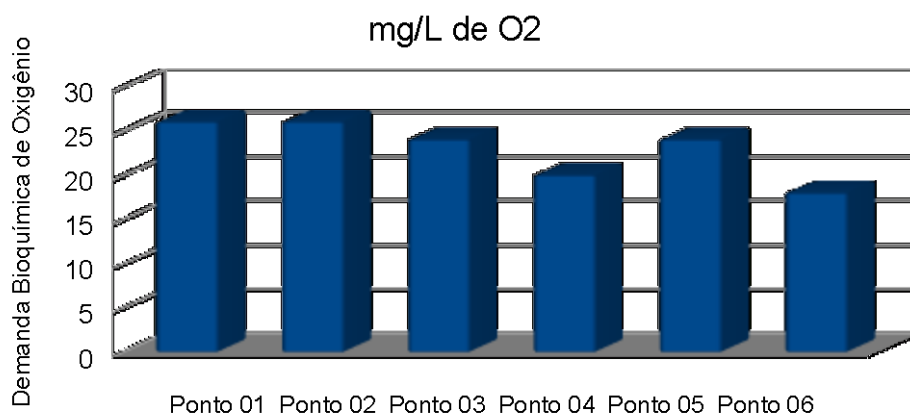
Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), todos os pontos analisados apresentaram valores acima do padrão recomendado pela legislação que é de até 5 mg/L de oxigênio (O₂), para rios de classe 2. Observa-se que os pontos A e B apresentaram valores de DBO maiores que os demais, 26 mg/L (Figura 7).

O ponto F apresentou menor valor, 18 mg/L. A partir dessas constatações pode-se destacar que o rio Quilombo possui alta carga de poluição por matéria orgânica, o que condiciona a morte de organismos aquáticos aeróbios devido ao consumo de O₂ pelos microrganismos para decomposição da carga orgânica, possivelmente pela presença de dejetos nas águas.

Comparando os resultados obtidos aos de Assis (2005), pode-se evidenciar que houve aumento na DBO, ou seja, pode estar ocorrendo aumento na poluição das águas por dejetos ou esgotos.

Figura 7 – Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) do rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

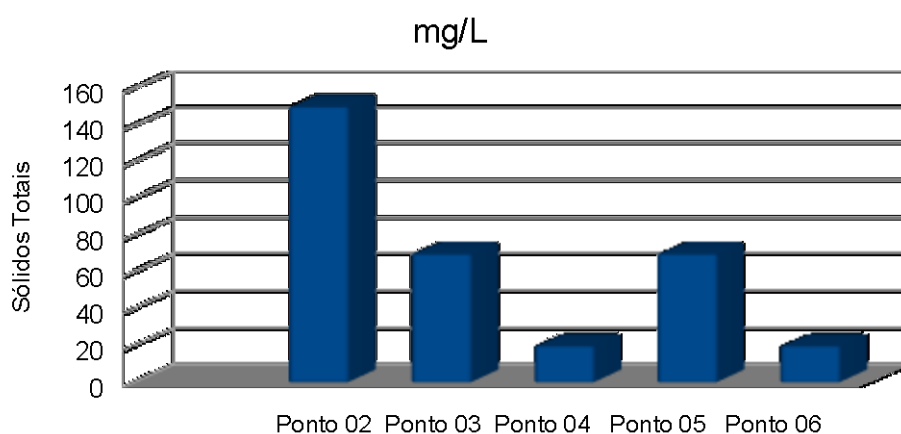
Para o parâmetro sólidos totais, de acordo com Assis (2006), o valor máximo permitido por lei é de 1000 mg/L. A autora evidenciou valores entre 77 a 88 mg/L, enquanto que no presente trabalho evidenciou-se valores entre 20 a 150 mg/L, sendo o ponto B (150 mg/L) valor mais alto.

Observa-se que no período de 15 anos houve um acréscimo significativo nos sólidos totais no ponto B, enquanto aos demais pontos não houve aumento significativo, ou seja, possivelmente atrelado a redução do processo erosivo e menor entrada de solo. Cabe destacar que no período de avaliação do presente trabalho houveram poucas precipitações, o que

também corrobora para um menor processo erosivo e carreamento de solo para o rio, justificando os menores valores encontrados para esse parâmetro.

Cabe ressaltar que o ponto 01 não foi apresentado, pois ocorreu um erro na amostra durante o ensaio em laboratório, por não ter sido feito em triplicata devido a falta dessa informação, a amostra foi descartada.

Figura 8 – Sólidos Totais no rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A presença de grande quantidade de nitrogênio orgânico em corpos d'água, juntamente com o nutriente como o fósforo, causa crescimento excessivo de algas, com eutrofização das águas, prejudicando o abastecimento público, a recreação e a vida aquática. As causas do nitrogênio orgânico na água podem ser as mais diversas, podendo-se destacar o lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais. Em áreas rurais pode ocorrer o escoamento de água em solos que receberam fertilizantes, podendo ser outra possível causa da presença de nitrogênio orgânico. A drenagem de águas pluviais em áreas urbanas também pode ser uma das causas da maior presença de nitrogênio nas águas (PORTAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS, 2020).

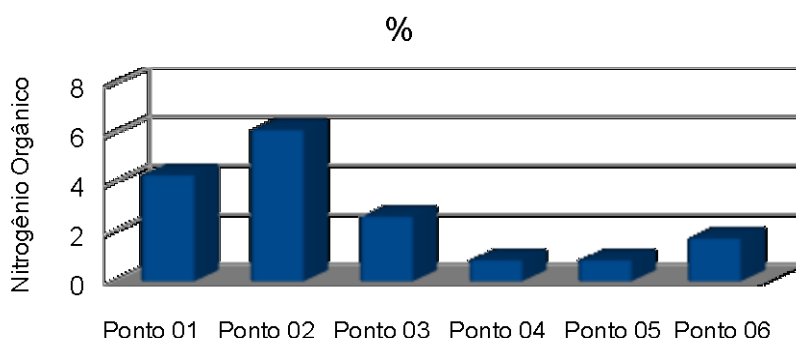
O nitrogênio orgânico apresentou algumas variações, sendo o ponto B à montante da área urbana com maior valor em relação aos demais pontos, correspondendo a 6,12%, o ponto A à montante da área urbana com 4,3% e o ponto D na área urbana apresentou menor valor, correspondendo a 0,87%. Por serem em zona agrícola os maiores valores, as possíveis causas para essa diferença pode ser o lançamento de dejetos suínos ou esgotos domésticos. Outra

possível causa para essa contaminação pode estar atrelada a presença de solos com fertilizantes levados pela chuva.

Na Resolução nº 357 Conama e no trabalho de Assis (2006) foi analisado o nitrogênio amoniacal utilizando outra metodologia, obtendo resultados expressos em mg/L, enquanto no presente trabalho foi utilizado o método de Kjeldahl conforme descrito em Baird *et al.* (2017), obtendo-se os resultados expressos em porcentagem (%), portanto não foi possível realizar o enquadramento e comparação.

Cabe salientar que foram utilizadas metodologias diferentes de ensaio durante as análises em laboratório devido a falta da informação referente as unidades de medidas dos parâmetros de qualidade da água no momento em que as análises foram realizadas.

Figura 9 – Nitrogênio Orgânico no rio Quilombo nos diferentes pontos de coleta



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Aplicando-se as metodologias de avaliação e o que define a legislação Federal, verifica-se a seguinte condição:

- Turbidez: este parâmetro ficou dentro da faixa recomendada, de até 100 UNT em todos os seis pontos amostrados, sendo o ponto 5 com valor mais alto.
- Potencial hidrogeniônico (pH): todos os pontos analisados apresentaram valores dentro do padrão recomendado, variando entre 6,0 e 9,0.
- Condutividade: este parâmetro não possui especificação na legislação, todavia, foi maior em relação ao constatado por Assis (2006).
- Cor: verificou-se valores superiores ao recomendado pela legislação de até 75 mg/Pt/L em todos os pontos amostrados.

- Fósforo Total: a referência para o fósforo total em ambientes lênticos é de até 0,030 mg/L e até 0,050 mg/L em ambientes intermediários. Todos os pontos amostrados, exceto o ponto 6, estão acima do recomendado.
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): a referência para este parâmetro é de até 5 mg/L de O₂ em 5 dias a 20°C. Todos os pontos avaliados estão acima do recomendado.
- Coliformes Termotolerantes: os pontos E, C e D apresentaram maiores valores em relação aos demais pontos.
- Nitrogênio Orgânico: os pontos B e A apresentaram maiores valores em relação aos demais pontos.
- Sólidos Totais: todos os pontos analisados estão de acordo com a referência de até 1000 mg/L para este parâmetro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises de água realizadas no mês de outubro de 2020 demonstraram que os índices de poluição hídrica estão presentes em todos os pontos amostrados no rio Quilombo, principalmente na área rural à montante da área urbana e no ponto E, à jusante da área urbana.

Para os parâmetros DBO (todos os pontos), fósforo total (exceto o ponto F), cor (todos os pontos) e condutividade elétrica (todos os pontos) os valores não estão dentro do padrão recomendado pela legislação, sendo um risco para a qualidade da água do rio. Para os parâmetros pH (todos os pontos), sólidos totais (todos os pontos) e turbidez (todos os pontos) os valores estão dentro do permitido pela legislação, portanto, não representam risco de poluição na água do rio Quilombo. Para o nitrogênio orgânico e coliformes termotolerantes não há um valor máximo a ser comparado, devido a diferença das metodologias aplicadas no presente trabalho, no entanto, os pontos A e B para nitrogênio orgânico estão acima dos demais valores, podendo haver uma possível contaminação e, para coliformes termotolerantes nota-se que os pontos C, D e E apresentam valores maiores e assim como o nitrogênio, existe uma possível contaminação da água.

As possíveis causas da poluição hídrica do rio Quilombo estão atreladas ao lançamento de dejetos animais e esgotos domésticos na água, além do material mineral oriundo de solo e fertilizantes. Deve-se levar em consideração que as análises desta pesquisa foram feitas em época de estiagem, podendo ser uma causa das alterações dos parâmetros.

Ao confrontar os resultados com a legislação Conama e com o trabalho de Assis (2006), evidenciou-se algumas variações nos parâmetros devido a diferença da metodologia utilizada nas análises, impedindo a comparação de alguns parâmetros e o enquadramento destes.

Portanto, é necessário cuidados com os dejetos animais, esgotos domésticos, manejo do solo para evitar erosão, preservação de matas ciliares para manter o fluxo de água por mais tempo nos rios e minimizar a entrada de contaminantes que podem prejudicar a qualidade da água.

Devem ser implementadas políticas públicas no sentido de conscientização das pessoas tanto no meio rural como no meio urbano para que tenham mais cuidados com os resíduos, dejetos, rejeitos e com o lixo para não haverá contaminação da água.

Sugere-se a realização novas pesquisas e que estas sejam mais aprofundadas sobre a temática discutida para que se possa realmente evidenciar a qualidade do rio Quilombo e com isso orientar algumas tomadas de decisão com relação ao manejo e uso de dejetos animais, fertilizantes minerais e uso do solo na região de abrangência da bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Resolução número 724, de 3 de outubro de 2011**. Disponível em: < <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2011/724-2011.pdf> >. Acesso em: 3 out. 2020.

ARAÚJO, N.S. *et al.* VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campina Grande, PB, 2016. **Uso e Tecnologias no Tratamento de Dejetos de Suínos para Redução dos Impactos Ambientais**. Disponível em: < <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/XI-035.pdf> >. Acesso em: 21 out. 2020.

ASSIS, F. O. Revista eletrônica Geografar, Curitiba, v.2 ,n.1, p, 42-59, jan./jun. 2007. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/8418> >. Acesso em: 11 out. 2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Lei número 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Disponível em: < https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=47A4AD8296B4C4D83B091FE60D3E0E7D.proposicoesWebExterno1?codteor=149789&filename=LegislacaoCitada+-PL+1507/2003 >. Acesso em: 20 agosto. 2020.

CETESB. **Apêndice E Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. Disponível em < <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e->

Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf >. Acesso em: 20 agosto. 2020.

CIOTTI, C.S. *et al.* **Aplicação de Dejetos Líquidos de Suínos e a Busca da Sustentabilidade.** Disponível em:

< <https://ensur2008.paginas.ufsc.br/files/2015/09/Aplica%C3%A7%C3%A3o-de-dejetos-l%C3%ADquidos.pdf> >. Acesso em: 20 out. 2020.

COMITÊ CHAPECÓ E IRANI. **Bacia Hidrográfica.** Disponível em: <

<https://www.aguas.sc.gov.br/a-bacia-rio-chapeco-irani/bacia-hidrografica-rio-chapeco-irani> >. Acesso em: 22 out. 2020.

CONAMA. **Resolução número 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: <

http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf >. Acesso em: 02 nov.2020.

CRAVO, J. Ministério Público Federal Procuradoria Geral da República 4ª Câmara de Coordenação e Revisão Meio Ambiente e Patrimônio Cultural. **Rio Uruguai e sua Região Hidrográfica.** Disponível em: < http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/informes/pdfs/rio_uruguai_regiao_hidrografica.pdf >. Acesso em: 22 dez. 2020.

ESTADO DE SANTA CATARINA. Águas Santa Catarina, 2014. **Recursos Hídricos de Santa Catarina.** Disponível em: <

http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf >. Acesso em: 20 out. 2020.

FACCHINI, F. FERREIRA, R.L Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade Uninter, v. 13, n. 7, 2018. Disponível em: <

<https://www.uninter.com/cadernosuninter/index.php/meioAmbiente/article/view/532>>.

Acesso em: 20 out. 2020.

MENEZES J. M.; SABINO H.; CRISTO V.; PRADO R. B.; LIMA L. A.; LULLO L. B. D.; SILVA G.C. Embrapa. **Comparação entre os Índices de Qualidade da Água Cetesb e Bascarán.** Rio de Janeiro, mar, 2018. Disponível em: <

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178884/1/2018-021.pdf> >. Acesso em: 22 dez. 2020.

FERREIRA, K. C. D., LOPES F. B., ANDRADE E. M., MEIRELES A. .C. M., SILVA G. S. Revista Ciência Agronômica. **Adaptação do índice de qualidade de água da National**

Sanitation Foudation ao semi árido brasileiro. Fortaleza, Ceará, v.46, n. 2, p. 277-286, abr -jun, 2015. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/rca/v46n2/0045-6888-rca-46-02-0277.pdf> >. Acesso em: 20 dez. 2020.

ITO, M. *et al.* Agroindústria, p. 125-156. **Impactos Ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades.** Disponível em:

<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9974/2/BS%2044%20Impactos%20ambientais%20da%20suinocultura_P.pdf >. Acesso em: 20 out. 2020.

KOZEN, E. A. Embrapa. **Manejo e Utilização dos Dejetos Suínos**. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/435305> >. Acesso em: 31 agosto. 2020.

KUNZ, A. HIGARASHI M. M., OLIVEIRA A. P. Caderno de Ciência & Tecnologia. **Tecnologias de Manejo e Tratamento de Dejetos Suínos Estudadas no Brasil**. Brasília, v.22, n. 3, p. 651-665, set/dez. 2005. Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/download/PRODUCAO%20ANIMAL%20X%20IMPACTO%20AMBIENTAL/leitura%20anexa%206.pdf> >. Acesso em 20 dez. 2020.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. Ministério da Educação Universidade Federal de Goiás Escola de Engenharia Ambiental e Sanitária. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e ocupação do solo e da sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás**. jul, 2015, Goiânia. Disponível em: < https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/An%C3%A1lise_de_par%C3%A2metros_f%C3%ADsico-qu%C3%ADmicos_da_%C3%A1gua_e_do_uso_e_ocupa%C3%A7%C3%A3o_do_solo_na_sub-bacia_do_C%C3%B3rrego_da_%C3%81gua_Branca_no_munic%C3%ADpio_de_Ner%C3%B3polis_%E2%80%93_Goi%C3%A1s.pdf >. Acesso em: 22 dez. 2020.

OLIVEIRA, P. A.V. Embrapa Suínos e Aves. **Suinocultura e Impacto no Solo**. p. 1-19, 2017. Disponível em: < <http://www.asemg.com.br/site/wp-content/uploads/2017/12/DEJETOS-SU%C3%8DNOS-E-IMPACTO-AMBIENTAL1.pdf> >. Acesso em: 10 out. 2020.

PATERNIANI José S. ; PINTO José M. Embrapa. **Qualidade da Água**. p. 195-251, 1999. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196676/1/Qualidade-Da-Agua.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

PEREIRA, R.S. **Poluição hídrica: causas e consequências**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH UFRGS. v. 1. p. 20-36, 2004. Disponível em: < <https://www.vetorial.net/~regissp/pol.pdf> >. Acesso em: 10 set. 2020.

PORTAL DA QUALIDADE. **Indicadores de Qualidade – Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Agência Nacional das Águas (ANA), 2020. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn6 >. Acesso em: 2 nov. 2020.

PORTO M. F. A.; PORTO R. L. L. Scielo. **Gestão em Bacias Hidrográficas**. v. 22, n. 66, São Paulo, 2008. Disponível em : < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200004 >. Acesso em: 20 dez. 2020.

SCHERER, E. E. Embrapa. **Aproveitamento do Esterco de Suínos como Fertilizante**. Disponível em < http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/9-EloiScherer.pdf >. Acesso em: 31 agosto. 2020.

SITE SUSTENTÁVEL. **Poluição das águas: quais são suas causas?**. Disponível em: < <https://sitesustentavel.com.br/poluicao-das-aguas/> >. Acesso em: 10 set. 2020.

Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

STOODI ENSINO E TREINAMENTO A DISTÂNCIA. **Poluição da água: causas e consequências.** São Paulo, 5 de julho de 2020. Disponível em: <<https://www.stoodi.com.br/blog/biologia/poluicao-da-agua/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

STOODI ENSINO E TREINAMENTO A DISTÂNCIA. **Ciclo da Água: conheça todas as etapas desse ciclo!** São Paulo, 30 julho de 2020. Disponível em: <<https://www.stoodi.com.br/blog/biologia/ciclo-da-agua/>>. Acesso em: 20 agosto. 2020.

TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4 ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH2012.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo : McGraw-Hill do Brasil, 1975.

YUGUE, W. Quero Bolsa, 2019. **Ciclo da Água.** Disponível em: <<https://querobolsa.com.br/enem/biologia/ciclo-da-agua#js-summary-h2-2>>. Acesso em: 19 agosto.2020.

3 M DO BRASIL LTDA. 3 M MICROBIOLOGIA. **3 M Petrifilm Placa para Contagem de *E. coli* e Coliformes Placa para Contagem de Coliformes Guia de Interpretação.** Disponível em: <<https://multimedia.3m.com/mws/media/5868570/guia-interpr-petrefilm-ecoli-e-coliformes.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2020.