REDE
ISSN:1982-5528
Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
DOI: 10.22411/rede2019.1301.11

ESPACIALIZAÇÃO DA REDE DE EFLUENTES DESPEJADA NO RIO PACOTI, TRECHO REDENÇÃO E ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

Spacialization of the dumped effluent network in the Pacoti river, Redenção stretch and water quality analysis

Espacialización de la red de efluentes vertidos en el río Pacoti, sección Redenção y análisis de la calidad del agua

Antonio Patrick Meneses de Brito[1]
Ítalo Magno de Melo Santos[2]
Raquel Morais Silva[3]
Paulo Henrique Gomes de Oliveira Sousa[4]

RESUMO:

A disponibilidade da água potável a cada dia vem passando por intenso processo de depreciação, um dos fatores que contribui para essa problemática é a contaminação por efluentes. O trabalho objetiva identificar os locais de lançamento de esgoto no rio Pacoti na região central do município de Redenção, CE. Assim, analisar parâmetros físico-químicos na água do rio e seu comportamento face às interferências antrópicas. No software ArcGIS 10.3 realizou-se os mapas de descarte de efluentes, pontos de odor e representação de áreas críticas. Coletou-se a água em quatro pontos amostrais, para as análises de condutividade, turbidez, temperatura, cloreto, sódio, dureza, sólidos totais dissolvidos e potencial hidrogeniônico. Os resultados dividiram-se em caracterização do uso da terra, identificação das descargas de efluentes, e análise físico-química da água. Identificou-se que no ponto amostral 2 os parâmetros de condutividade, turbidez, temperatura, cloreto e sódio apresentaram valores acima do permitido. Identificou-se 6 valas de esgoto coletivo e 47 pontos de despejo individual, o que proporcionou a classificação de 3 áreas com alto potencial de vulnerabilidade. Assim, concluiu-se que a qualidade da água do rio está sendo comprometida pelo direto lançamento de esgoto, pois os locais com elevada descarga apresentaram as maiores inadequações nos parâmetros analisados

Palavras-chave: Contaminação hídrica; Degradação ambiental; Ocupação irregular.

ABSTRACT:

The availability of potable water every day has been through an intense depreciation process, among the causes, we point out its contamination by effluent discharges. The work aims to identify the sewage discharge sites in Pacoti River by the central region of Redenção, CE. Thus, to analyze physicochemical parameters related to river water quality and how these parameters behave in the face of anthropic interference. The software ArcGIS 10.3 was used to map effluent disposal, odor points and critical areas. Water was collected at four points in the study area to analyze conductivity, turbidity, temperature, chloride, sodium, hardness, total dissolved solids (STD) and potential hydrogen. Results were divided into characterization of land use and occupation, identification of effluent discharges, and water physicochemical analysis. They showed that the point 2, the parameters of conductivity, turbidity, temperature, chloride and sodium presented values above the allowed. Six collective sewage ditches and 47 individual dumping points were identified, making possible to identify 3 critical areas that increase the environmental vulnerability. In conclusion, the water quality of the river is being compromised by the direct discharge of sewage, thus the areas with high discharge presented the highest inadequacies of the analyzed parameters.

Keywords: Water contamination; Environmental degradation; Irregular occupation.

[1]Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, patrickmeneses675@gmail.com
[2]Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, iitalomagno@gmail.com
[3]Universidade Federal do Ceará, raquelmoraes325@gmail.com
[4]Universidade Federal do Ceará, paulosousa@ufc.br

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

RESUMEN:

La disponibilidad de agua potable todos los días ha experimentado un intenso proceso de depreciación, uno de los factores que contribuye a este problema es la contaminación por efluentes. El trabajo tiene como objetivo identificar los sitios de descarga de aguas residuales en el río Pacoti en la región central de Redenção, CE. Por lo tanto, analizar los parámetros físico-químicos en el agua del río y su comportamiento frente a la interferencia antrópica. En el software ArcGIS 10.3, se representaron mapas de eliminación de efluentes, puntos de olor y áreas críticas. Se recogió agua en cuatro puntos de muestreo para conductividad, turbidez, temperatura, cloruro, sodio, dureza, sólidos disueltos totales y potencial de hidrógeno. Los resultados se dividieron en caracterización del uso del suelo, identificación de descargas de efluentes y análisis fisicoquímicos del agua. Se identificó que en el punto de muestra 2 los parámetros de conductividad, turbidez, temperatura, cloruro y sodio presentaron valores superiores a los permitidos. Se identificaron seis zanjas colectivas de alcantarillado y 47 puntos de descarga individuales, lo que permitió la clasificación de 3 áreas con alto potencial de vulnerabilidad. Así, se concluyó que la calidad del agua del río se ve comprometida por la descarga directa de aguas residuales, ya que los lugares con alta descarga presentaron las mayores deficiencias en los parámetros analizados.

Palabras clave: Contaminación del agua; Degradación Ambiental; Ocupación irregular.

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade da água potável vem passando por um intenso processo de depreciação ao longo dos anos, uma vez que a população mundial cresce de forma desenfreada e junto a ela cresce as necessidades de uso dos recursos hídricos, cooperando para a aparição de diversos problemas socio-ambientais. Para a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco, 2003) a crise hídrica tem forte relação com a ausência de gestão dos recursos hídricos. Destacando-se que a utilização desse recurso muitas vezes ocorre de forma irregular comprometendo de modo quantitativo e qualitativo as águas e, por consequência, os seres que se utilizam desse bem. Maurya et al. (2020), apontam que ferramentas para subsidiar as ações de tomada de decisão são importantes para o planejamento adequado de um sistema hídrico urbano sustentável.

Estudos recentes estão utilizando Inteligência Artificial para melhorar a predição da qualidade da água levando em consideração parâmetros como pH, sólidos em suspensão, etc (AHMED et al., 2019). O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos corpos hídricos.

Estudos realizados na China indicaram que fatores antropogênicos são preponderantes na piora da qualidade da água nos últimos anos (HAN, et al. 2020). Porém, ações contrárias a essa estão constantemente presentes no cenário atual brasileiro, onde inúmeros problemas relacionados à poluição das águas podem ser facilmente identificáveis, como o descarte de resíduos sólidos, remoção da mata ciliar para implantação agropecuária e instalações urbanas em Áreas de Proteção Permanente (APPs).

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

Nessa perspectiva, destaca-se entre as problemáticas aos cursos hídricos, o despejo de esgoto doméstico e industrial direto nos rios, que causam perda nas propriedades físicas, químicas e biológicas da água. Essas descargas de efluentes se estendem do alto ao baixo curso do rio em uma dada bacia hidrográfica, mesmo que em quantidades diferenciadas. De acordo com Galvão Junior (2009), no Brasil, o déficit do setor de saneamento básico é elevado, sobretudo no que se refere ao esgotamento e tratamento de efluentes, levando ao lançamento de dejetos em mananciais.

O lançamento de efluentes domésticos, com ou sem tratamento prévio em ambientes aquáticos afeta a disponibilidade da água do sistema receptor, provocando alterações nos padrões de potabilidade e outros usos, tendo reflexos sobre a manutenção das condições ideais para a sobrevivência dos organismos e sobre a saúde humana (CARREIRA, et al. 2001). Concordando com Cunha e Ferreira (2006) a poluição de um rio devido ao lançamento de efluentes não ficará restrita apenas ao trecho do rio onde ocorre o lançamento, mas comprometerá toda a sua bacia hidrográfica, bem como a sua região estuarina onde lança suas águas.

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo identificar os canais de lançamento de esgoto no rio Pacoti no trecho que corresponde ao centro urbano na região sede do município de Redenção no Ceará. Assim, analisando parâmetros físico-químicos referentes à qualidade da água do rio e como esses parâmetros se comportam em detrimento da interferência antrópica nas diferentes áreas avaliadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O município de Redenção está localizado na mesorregião do Norte Cearense, pertencente à microrregião do Maciço de Baturité, na região Nordeste do Brasil. Apresenta 225 km² de extensão territorial, localizando-se geograficamente entre as coordenadas 4°13'33" de latitude Sul e 38°43'50" de longitude Oeste (IPECE, 2015). O trecho do rio avaliado corresponde à extensão que drena a região centro urbana que se localiza no distrito sede do município (figura 1).

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

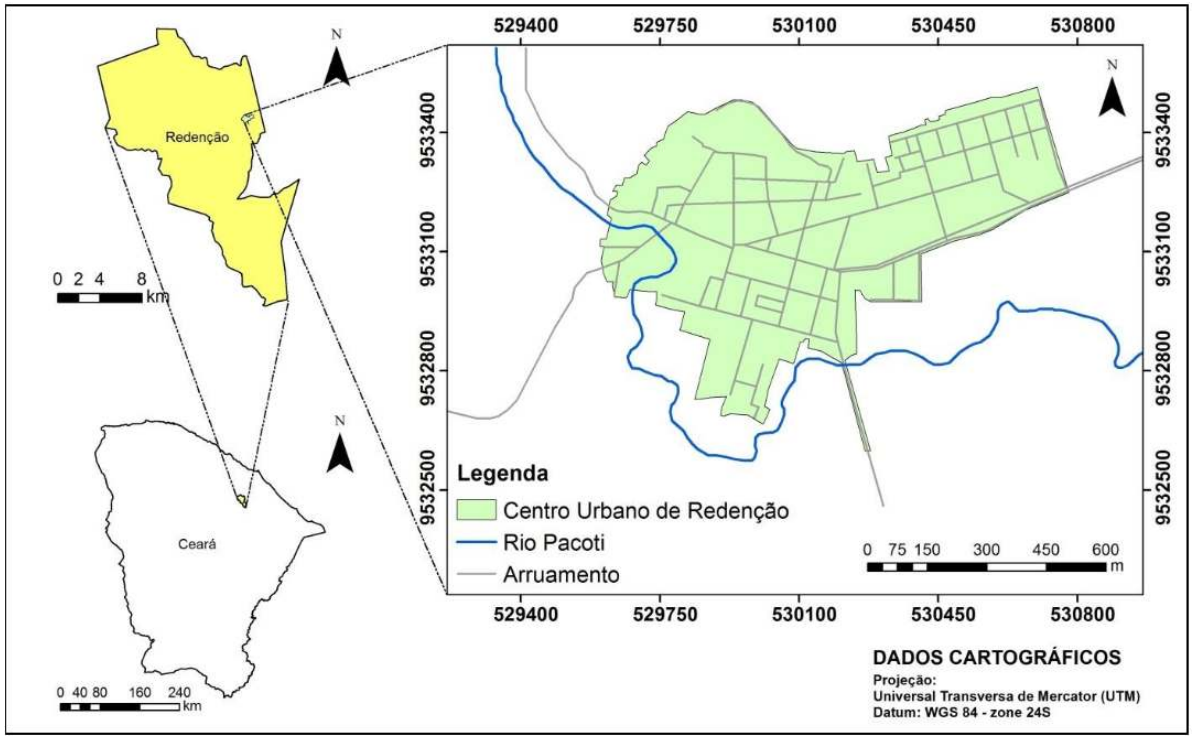

Figura 1: Localização do município de Redenção – CE. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

A área de estudo consiste no trecho do rio Pacoti que tangencia o centro da cidade de Redenção. Essa região está em constante crescimento, tanto em infraestrutura quanto em densidade demográfica, uma vez que contém um campus universitário. Em alguns locais a urbanização se constituiu adentrando os limites do rio, além de outras instalações como a agricultura. Adicionalmente, observa-se também que a cidade não possui um sistema de captação e tratamento de efluentes. Esses aspectos instigaram o desenvolvimento desta pesquisa, com a intenção de analisar se essa interferência antrópica está causando algum impacto à qualidade da água do rio.

O rio Pacoti adentra o centro da cidade de Redenção pela porção Oeste, onde sai de região de mata densa e drena parte da concentração urbana nos limites da área analisada. O clima da cidade é caracterizado de acordo com Köppen como Aw', como clima tropical com inverno seco (ALVARES et al., 2013). Apresenta temperaturas que variam de 26° a 28°C e o regime pluviométrico dessa região consiste em média de 1.062,0 mm (FUNCEME, 2015). O relevo é constituído por em Maciços Residuais e Depressões Sertanejas (IPECE, 2015). Contém solos Planossolos Solódicos e Podzóico Vermelho-Amarelado (EMBRAPA, 2013). De acordo com o último censo realizado (2010), a cidade apresentou uma população de 26.415 habitantes, com uma densidade demográfica de 117,24 hab/km2, a projeção estimada para o ano de 2019 é 29.053 habitantes (IBGE, 2010).

2.2 Procedimentos metodológicos

Para identificação da rede de esgoto que são despejados no rio, foram realizadas consultas

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

no Google Earth Pro e visitas in loco, com finalidade de confirmação e precisão dos dados. Os pontos de lançamento individual de esgoto foram mapeados através de análise em campo utilizando o equipamento Sistema de Posicionamento Global-GPS modelo Garmim 76scx, projeção UTM e Datum WGS84, fuso 24. Para representar os cursos de efluentes, marcou-se várias coordenadas ao decorrer das valas, assim foi possível interligar esses pontos e expressar os canais. Para os locais de despejo individual marcou-se apenas a coordenada no ponto de descarga no rio (no fim das tubulações).

Recolheu-se quatro amostras do rio para as análises físicas e químicas da água (tabela 1 e figura 2). Analisou-se os parâmetros de condutividade elétrica (CE), turbidez, temperatura, cloreto, sódio, dureza, sólidos totais dissolvidos (STD) e potencial hidrogeniônico-pH. A localização geográfica de cada ponto de coleta foi obtida por meio de GPS. Os procedimentos referentes à coleta e armazenamento das amostras foram realizados segundo ANA (2011). Ressalta-se que as coletas foram realizadas no período da manhã, no fim da estação seca de 2018.

Ponto amostral	Localização geográfica (UTM)		Ponto de referência identificado em campo
	Longitude	Latitude	
1	529358	9533505	Ponte com madeira
2	529756	9533149	Ponte de alvenaria
3	530213	9532816	Placa de trânsito
4	530831	9532933	Barragem

Tabela 1. Localização dos pontos de coleta de água. **Fonte:** Elaborada pelos autores, 2019.

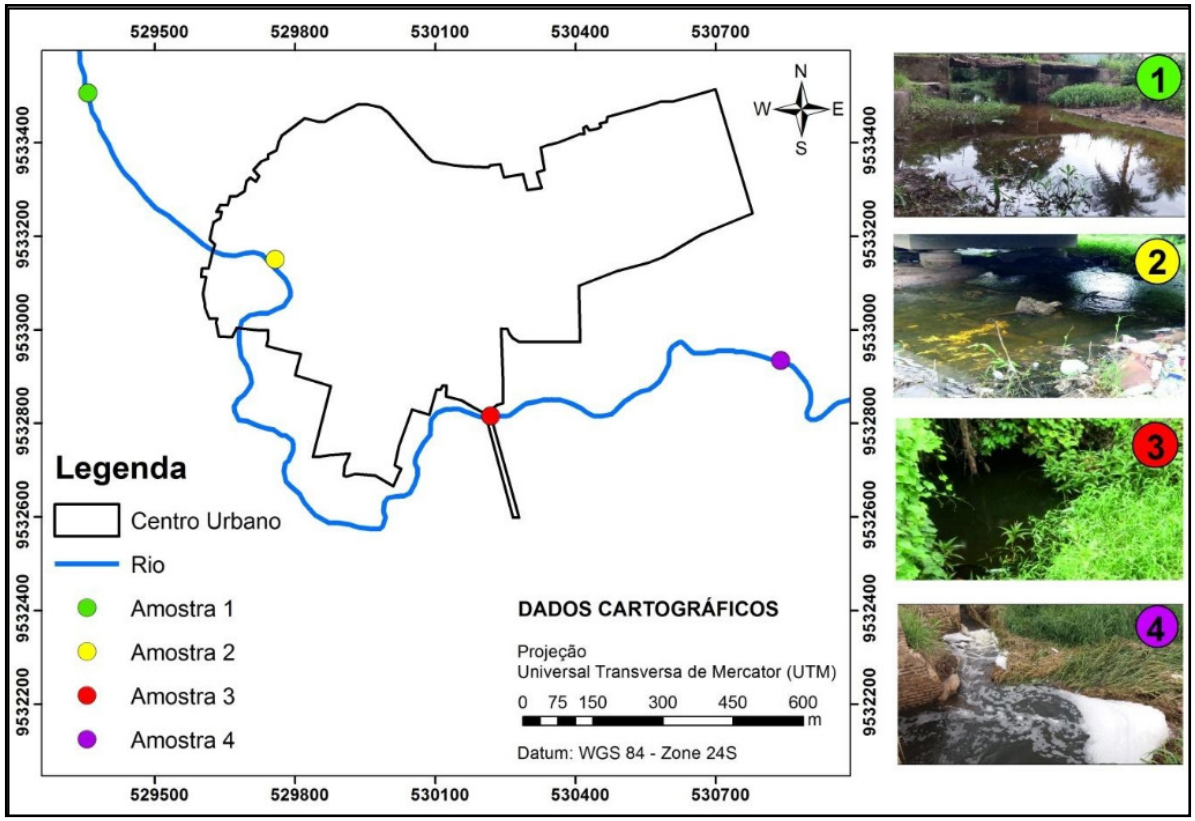

Figura 2. Distribuição espacial dos pontos de coleta de água. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

O parâmetro de condutividade elétrica serve para mostrar a capacidade da água em transmitir corrente elétrica por meio de substâncias dissolvidas na água (BRASIL, 2014). Esse parâmetro associa-se aos STD, pois quanto maior a concentração de sólidos dissolvidos tende a aumentar a ação eletrolítica nessa água. O parâmetro indica a capacidade de transmissão elétrica em detrimento de substâncias dissociadas em ânions e cátions (BRASIL, 2014). A turbidez pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido, causada por partículas em suspensão (BRASIL, 2014). A turbidez determina o grau de transparência de uma lâmina de água e identifica potenciais poluidores que afetam sua coloração (descargas de efluentes, remoção da mata ciliar com carreamento de solo para a água do rio, instalações residenciais etc.). Esse atributo pode diminuir a luminosidade em camadas mais profundas do rio, assim, comprometendo o funcionamento natural da biota aquática. A temperatura expressa a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo seu gradiente o fenômeno responsável pela transferência de calor em um meio (BRASIL, 2014). O atributo avalia a quantidade de calor que é absorvido pela água. O que pode variar em detrimento dos diferentes usos do rio, como a remoção da cobertura vegetal, proporcionando incidência solar direta na água, podendo ocasionar um superaquecimento e consequentemente perturbação ao equilíbrio natural do ecossistema aquático.

De acordo com Andrade e Macedo, (2008) os cloretos podem estar presentes na forma de sais cálcio, ferro e magnésio. Esse parâmetro tem por finalidade observar a concentração de cloro e outros sais que podem ser despejados em excesso no rio por descargas de efluentes. O sódio identifica o grau de salinidade da água e também é um dos principais sais que causam alcalinidade. Em grandes concentrações causa prejuízos a biota dos rios e inviabiliza o consumo humano. O atributo dureza representa a quantidade de íons de cálcio e magnésio que estão presentes na água (CANEIRO, 2016). Os STD expressam a quantidade de material sólido dissolvido em macro e micropartículas, que pode influenciar na cor, turbidez e CE das águas. O potencial hidrogeniônico, em escala determina a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H+) e influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos (BRASIL, 2014). A variação desse atributo pode comprometer o consumo humano, dessedentação animal, irrigação, produção alimentícia e outras formas de uso.

As amostras coletadas foram submetidas a análises físico-químicas no Laboratório de Química Geral II, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Para melhor representatividade e precisão dos dados, os parâmetros foram analisados em modo duplicata, em que realizou-se a média aritmética dos valores encontrados, sendo esse o valor adotado. Os métodos utilizados para as análises de água também são encontrados nos trabalhos de Fernandes et al. (2018); Queiroz e Oliveira (2018); Mesquita et al. (2014).

O parâmetro de temperatura foi aferido no ato da coleta por um termômetro de mercúrio. A

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

medição de turbidez foi realizada por turbidímetro AP- modelo 2000. Aferiu-se o pH, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica pelo equipamento condutivímetro AZ -modelo 86505. As análises de cloreto, sódio e dureza foram realizadas mediante Funasa (2013). O cloreto foi analisado por meio de titulação com nitrato de prata, onde ajustou-se o pH entre 7 e 10, com NaOH. Adicionou-se 1 ml da solução indicadora de K2 e titulou com a solução padrão. Para análise da dureza total utilizou-se titulação com EDTA, onde 25ml da amostra foi diluída para 50 ml com água destilada em balão volumétrico, em seguida transferido para um Becker de 100 ml e adicionado 1 a 2 ml da solução tampão para elevar o pH a 10 ± 0,1.

A caracterização dos pontos de odor no rio foi realizada por meio do método estatístico de curvas de densidade. Percorreu-se o trecho do rio correspondente à área de estudo e espacializou-se pontos com presença de odor. Assim, através da ferramenta Kernel Density no ArcGIS 10.3 os dados foram interpolados e plotados em um mapa de densidade expressando áreas de odor com diferentes classes de criticidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do uso e ocupação da terra

Observou-se que ao centro da região de estudo encontra-se uma concentração urbana que se desenvolveu margeando e adentrando os limites ambientais do rio (figura 3), bem como sua Área de Preservação Permanente (figura 4-A). Ressalta-se que essas edificações estão em constante crescimento, uma vez que essa área contém um campus universitário, fazendo com que o fluxo de residentes se comporte de forma crescente. Essa área antropizada além de adentrar as regiões de APP do rio, também cresceu de forma acentuada nas bases dos maciços residuais que cercam a região (figura 4-B). Como a residências se encontram localizadas em direção as áreas mais elevadas, os efluentes apresentam mais facilidade em escoar para o rio em função do gradiente topográfico.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

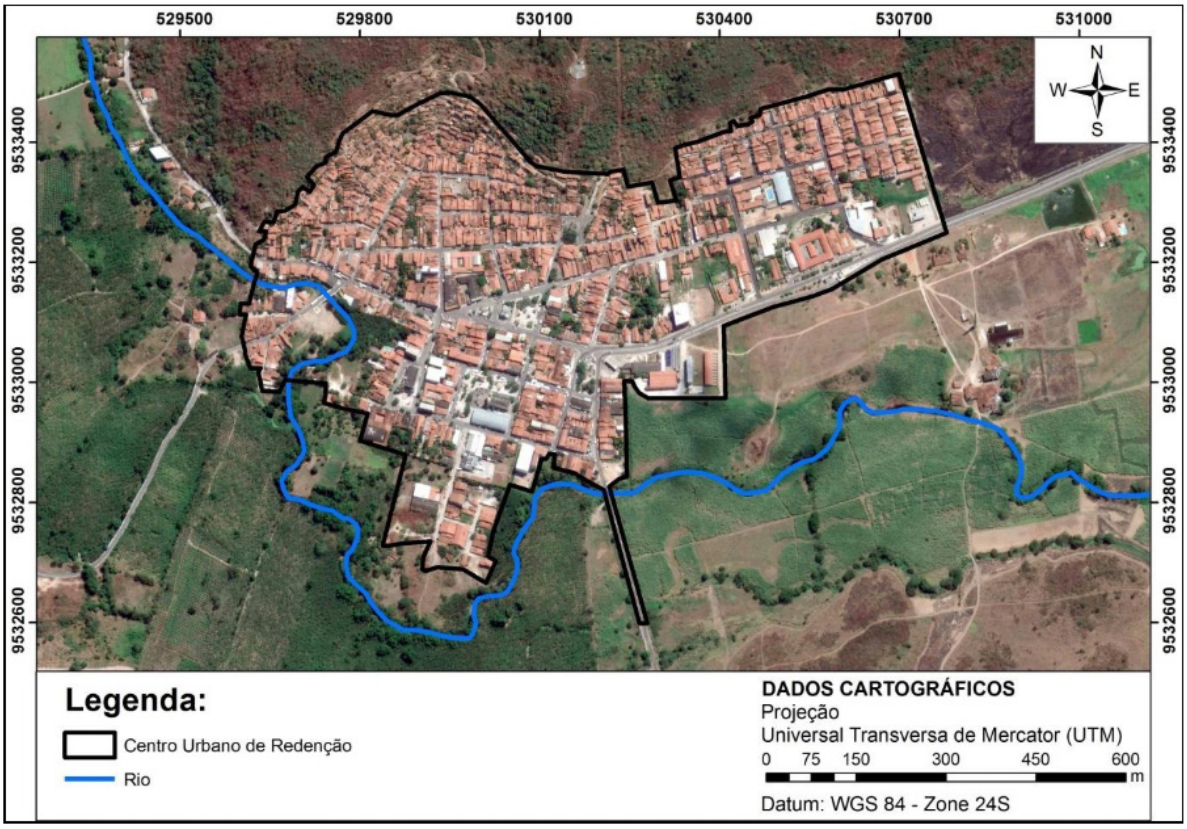

Figura 3: Caracterização do uso e ocupação da terra na área de estudo. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019

Nota-se uma grande faixa de área agrícola na porção sudeste da imagem, o mesmo representa uma densa plantação de cana-de-açúcar (figura 4-C). Identificou-se que o sistema de produção foi instalado as margens do rio. Essa proximidade com córrego torna-se perigosa, pois aumenta a probabilidade de contaminação hídrica por meio de insumos agrícolas que possam ser utilizados, além de outras formas de manejos potencialmente degradadoras. A vegetação espacializa-se ao norte e oeste, representa cobertura vegetal densa, oriunda das serras. A vegetação observada ao sul apresenta-se mais rala, com pequenos arbustos, sendo essa a mais comprometida por práticas agrícolas.



Figura 4-A; 4-B; 4-C: Exemplos das tipologias de uso e ocupação da terra. **Fonte:** Acervo dos autores, 2019.

Ao oeste e sudeste observou-se uma extensa mancha de solo exposto, que são resultados de limpeza de terrenos para demarcação de loteamentos, outras instalações urbanas e também limpeza de área para introdução de atividades agrícolas. Na área de solo exposto ao sudeste da imagem identificou-se marcas referente a queimadas, pois se trata de uma área agrícola, com práticas reincidentes.

REDE Revista Eletrônica do PRODEMA
Journal Homepage: www.revistarede.ufc.br
ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

3.2 Análise dos pontos de descarga de efluentes

A figura 5 mostra a rede de drenagem dos córregos de esgoto na região central e seu entorno no município de Redenção. Identificou-se seis valas de esgoto com extensões maiores (canal principal) que recebem descargas de valas menores (canal secundário), onde estes interceptam direta e indiretamente o canal do rio. Assim pode-se compreender a interligação do curso d'água e a distribuição dos esgotos que degradam o ecossistema aquático formado pelo recurso hídrico. Destaca-se que as valas identificadas, representam os locais de armazenamento e escoamento coletivo dos efluentes das residências. A falta de saneamento básico propicia que essa gama de efluentes seja despejada no canal sem nenhum tratamento (figura 6), assim promovendo a proliferação de doenças, redução da qualidade da água e comprometimento no ecossistema.

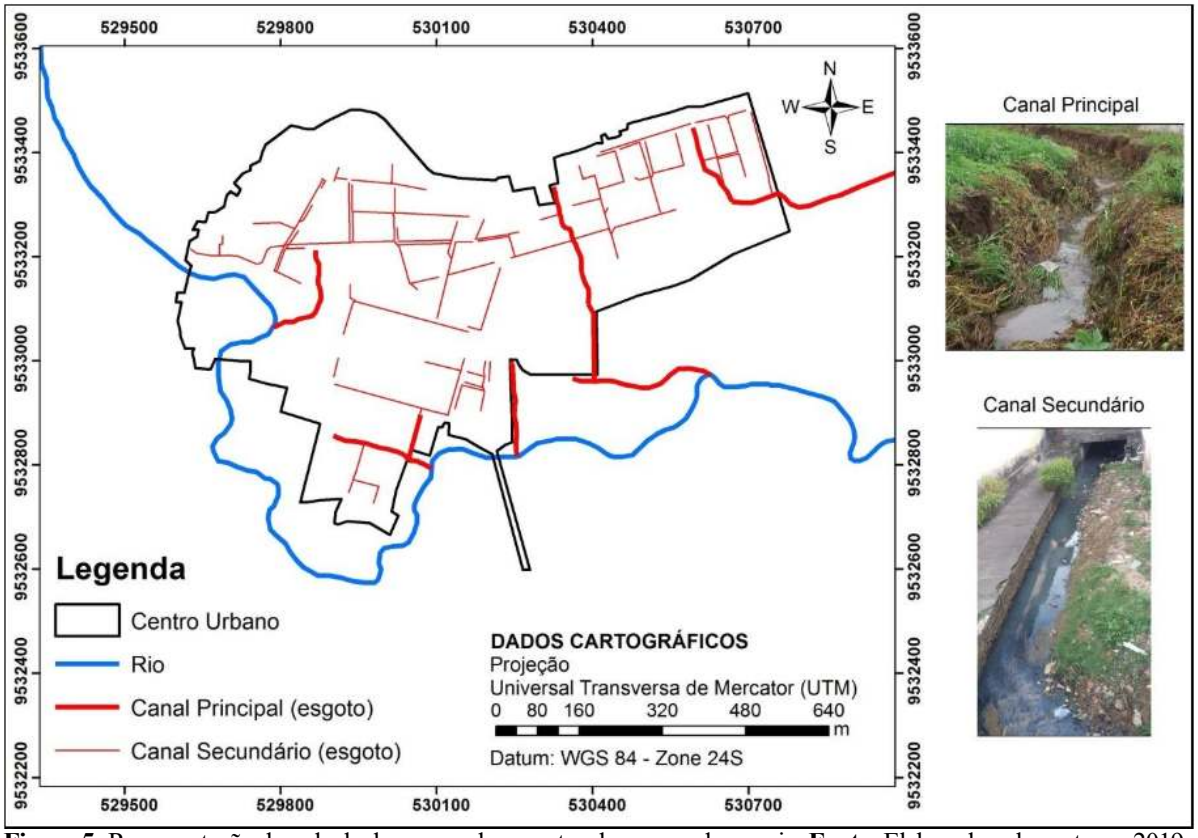

Figura 5: Representação da rede de drenagem dos esgotos descarregados no rio. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.



Figura 6: Exemplos de alguns canais de esgoto despejados no rio Pacoti. **Fonte:** Acervo dos autores, 2019.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

O lançamento de esgotos nos corpos hídricos sem o tratamento adequado compromete a qualidade da água, principalmente nas proximidades das áreas urbanas, e pode até inviabilizar o atendimento aos usos dos recursos hídricos, sobretudo o abastecimento humano, além de impactar a saúde da população (ANA, 2017). O despejo de efluentes no rio além de causar prejuízos na qualidade da água e ao ecossistema como um todo, interfere diretamente na degradação da paisagem local. Nesse sentido o mau cheiro junto à formação de espumas em rios são fortes indicadores da poluição hídrica por dejetos. Para Correio et al. (2016); Santos e Melo (2017) a qualidade da água é reflexo das condições de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Ainda que o curso hídrico se encontre em uma área preservada, ele sofre intervenção por meio do escoamento superficial, pela infiltração e percolação da água no solo, que promove o carreamento de substâncias e compostos na superfície que podem ser poluentes, como os esgotos.

Identificou-se no percurso do rio 46 pontos de despejo de efluentes (figura 7), ressalta-se que esses pontos representam apenas os locais de descarte individual de cada residência observada. Constatou-se que 100% desses pontos são de origem domiciliar e se localizam nos quintais das residências (figura 8). Aproximadamente 70% desses pontos são despejados por canalização, os demais são descartados por pequenas valas a céu aberto.



Figura 7: Distribuição espacial dos pontos individuais de descarga de efluentes. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11



Figura 8: Pontos de descarga de efluentes no trecho do rio avaliado. **Fonte:** Acervo dos autores, 2019.

Ressalta-se que esse fato compreende-se também como um problema de saúde pública, uma vez que essa gama de efluentes podem despejar agentes patogênicos no rio que não se limitaram apenas ao local de despejo, mas sim percorrerá pelas águas do córrego. Concordando com Soares et al. (2016) a presença de odores pode propiciar a atração de vetores de doenças. Identificou-se dois pontos no rio com uma elevada concentração de odor, justifica-se pelo fato destes estarem próximos a locais de descarga de efluentes. Esses pontos localizam-se no trecho do rio em que adentra o adensamento urbano na porção oeste e na região de saída da cidade pela porção leste (figura 9).

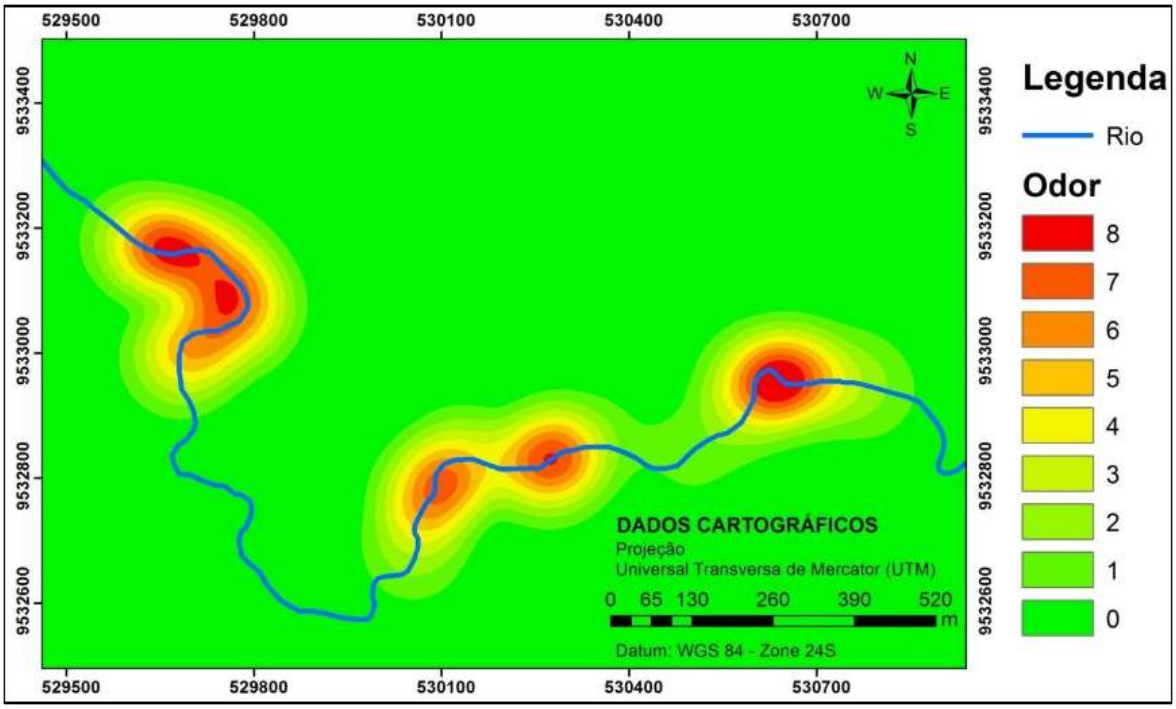

Figura 9: Mapa de odor do rio Pacoti no trecho de estudo. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

De acordo com os canais coletivos e pontos individuais de descarte de efluentes, bem como associação aos pontos de odor identificados no percurso do rio, realizou-se a distribuição espacial das áreas críticas identificadas (figura 10). Considerou-se como área crítica, todos os locais que recebem diretamente grandes quantidades de esgoto e forte presença de odor. Constatou-se que essas

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

áreas se distribuíram nas porções oeste, norte e leste do trecho avaliado. Desse modo, ressalta-se que esses espaços se constituem como grandes percursores de contaminação hídrica, que podem estar associados aos locais com maiores impactos sobre a qualidade da água do rio. As regiões destacadas na figura 10 caracterizam os trechos no córrego que apresentam alta vulnerabilidade ambiental. Essas áreas críticas necessitam de atenção para que a realização de ações de monitoramento e recuperação desses locais degradados.

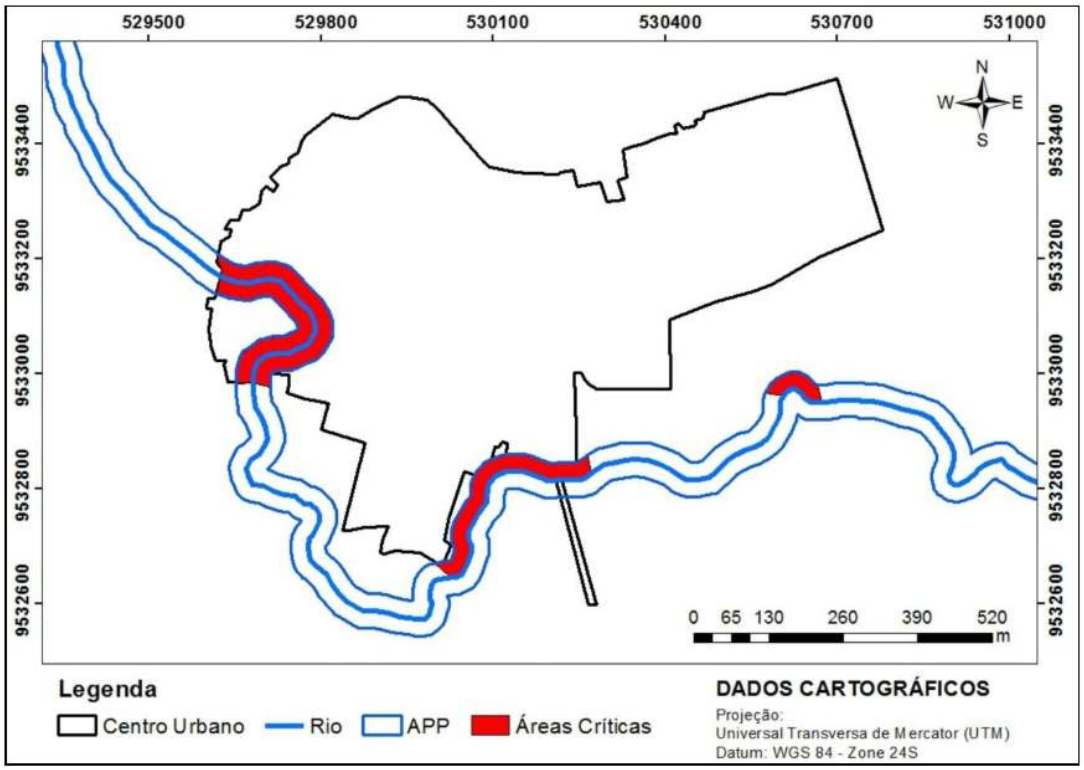

Figura 10: Espacialização de áreas críticas no trecho do rio analisado. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

3.3 Análise físico-química da água

Segundo Carneiro, (2017) a água na natureza não é encontrada de forma pura, pois estão em constante uso, sendo submetidas a várias formas de contaminação durante seu ciclo hidrológico. Nessa perspectiva, faz-se necessário a avaliação da qualidade da água para quaisquer fins, principalmente se o recurso disponível tenha probabilidade de ser contaminado. Muitos são os órgãos que elaboram as portarias, resoluções, índices, manuais e outros documentos que regem sobre o controle e vigilância da qualidade das águas. Para este estudo os STD, cloreto e dureza, foram avaliados de acordo com a Portaria nº 2.914 (12 de dezembro de 2011). A condutividade elétrica e turbidez baseia-se em Brasil, (2006). Os valores de referência para turbidez e pH serão determinados de acordo com Brasil, (2005).

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

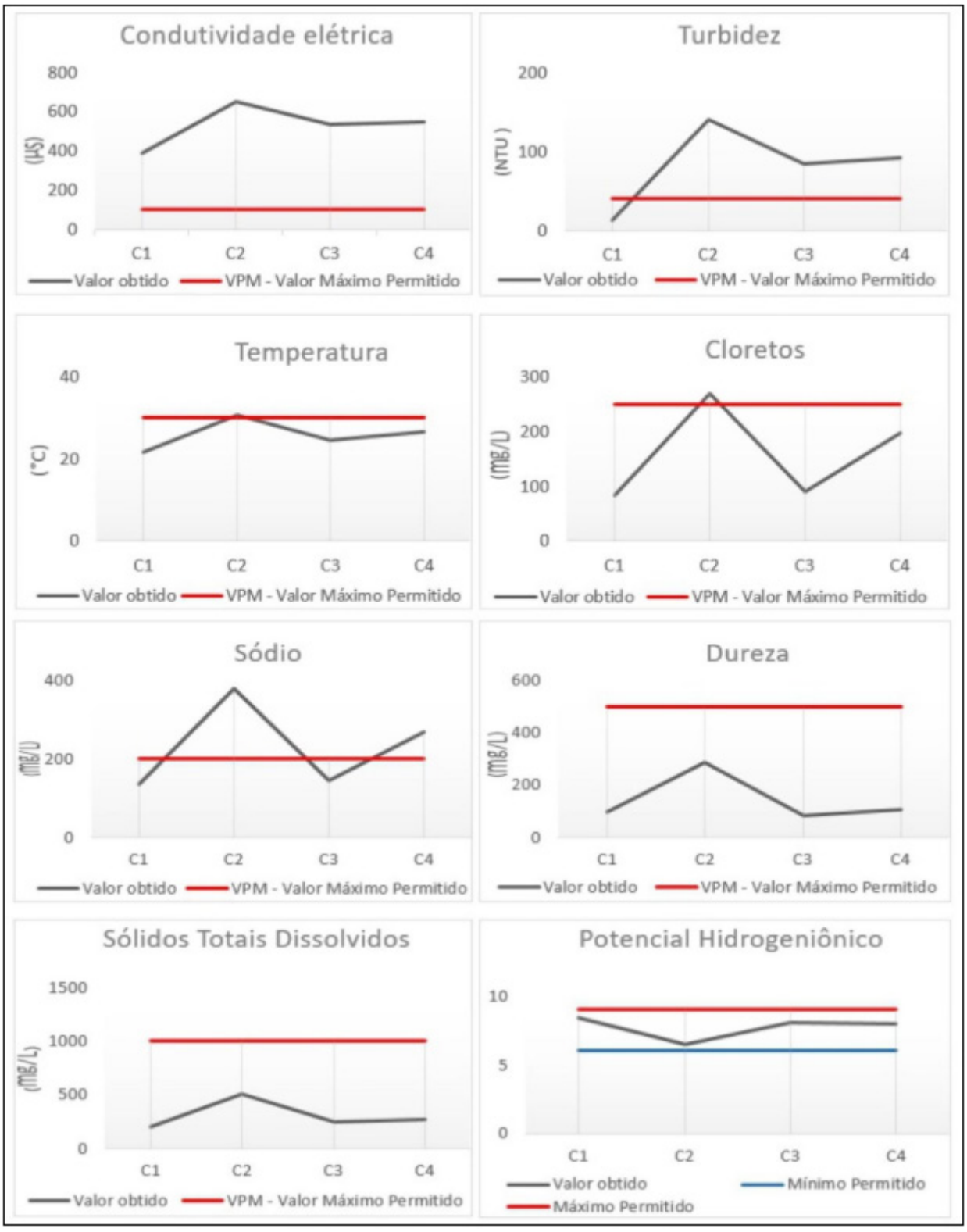

Figura 11: Parâmetros físico-químicos analisados na água. **Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

A respeito da condutividade para todos os pontos de coleta mostraram-se acima do valor máximo permitido (100 µs). Identificou-se no ponto de coleta 2 o valor mais expressivo, com condutividade de 650 µs, valor 6 vezes maior do que o estabelecido. O ponto 1 apresentou menor valor de condutividade, com 389 µs. De acordo com Ministério da Saúde (2006), a condutividade em águas

naturais deve manter-se entre 10 e 100 µs, para as águas poluídas esse valor pode chegar até 1000 µs. Esse dado reflete a condução elétrica no rio que está fortemente ativa, seja por materiais particulados naturais ou materiais sólidos depositados pelos esgotos.

Para o parâmetro de Turbidez, identificou-se no ponto de coleta 2 o maior valor, com 140 NTU. No ponto 1, o valor encontrado foi de 14 NTU, sendo o único ponto com valor dentro das regularidades estabelecidas (figura 11). A turbidez da água está associada aos materiais em suspensão que afetam a transparência da água (BRITO et al. 2019). De acordo com Brasil (2006), a turbidez da água pode ser alterada por detritos rochosos, despejo de esgoto doméstico e industrial nos córregos, dentre outros fatores. Observou-se que em 3 dos 4 pontos de coleta avaliados a água do rio se comportou de forma turva, ou seja, comprometimento na coloração e transparência na lâmina de água. O principal problema que essa alteração pode ocasionar é a retenção da luminosidade no rio, consequentemente dificultando a presença de fauna e flora aquática. Além de elevar os gastos com possíveis tratamentos para distribuição e abastecimento da água.

Identificou-se que o parâmetro de temperatura no ponto 2 (30,5 °C) excedeu o Valor Máximo Permitido (VMP). Já nos demais, os valores ficaram abaixo do VMP. Concordando com Matic et al. (2013) a temperatura é o parâmetro que faz a medição da intensidade de calor, refletindo o grau de aquecimento das águas e da radiação solar. Para Madden et al. (2013) as descargas de efluentes mudam a temperatura dos ecossistemas aquáticos representando ameaça para a biota aquática. Observou-se que os valores mais elevados se encontraram próximo ao adensamento urbano, principalmente pelo fato da mata ciliar do rio já ter sido removida em vários pontos, fazendo com que a incidência solar seja direta no espelho d'água.

Em observância ao parâmetro de cloreto, identificou que os pontos 1, 3 e 4 mantiveram-se dentro do valor aceitável e apenas o ponto 2 excedeu o limite. De acordo com Usepa, (2015) o cloreto tem origem antrópica, onde a lixiviação de rochas, esgotos domésticos e industriais podem ser os principais fatores de origem. Tal fato torna-se preocupante, pois o cloro é um produto tóxico que pode trazer grandes prejuízos para o corpo hídrico como contaminação da água, da fauna e flora aquática, além de acometer riscos a população local.

O teor de sódio em águas de superfície pode variar consideravelmente em detrimento de fatores como geologia da região, despejos de efluentes e a utilização de fertilizantes na agricultura CETESB (2012). Nesse sentido, identificou-se nas análises que os pontos 2 e 4 apresentaram excedência ao valor estabelecido. Ressalta-se que a alta taxa de concentração de sódio nas águas pode ocasionar prejuízos a vida no curso hídrico além de inviabilizar o uso da água para outras diferentes destinações, como irrigação e dessedentação animal.

Segundo Brasil (2006), a dureza em corpos hídricos é representada em mg/L de carbonato

de cálcio (CaCO3). Assim é classificada como, mole ou branda (com valores menores que 50 mg/L), dureza moderada (entre 50 mg/L e 150 mg/L), dura (entre 150 mg/L e 300 mg/L) e muito dura (maiores que 300 mg/L). Desse modo, observou que os pontos 1 e 3 classificam-se em dureza moderada, com valores de 94 e 82 mg/L respectivamente. Já o ponto 2 e 4 apresentaram água dura, onde ponto com maior dureza foi o 2, apresentando 284 mg/L. É importante destacar que os valores em todos os pontos amostrais se mantiveram em conformidade com o padrão máximo (500Mg/L).

Identificou-se que em todos os pontos analisados o parâmetro de STD se manteve dentro do valor padrão. Os STD incluem os sólidos referentes aos sais e componentes não iônicos dissolvidos na água. Identificou-se o ponto 2 com maiores valores e logo após o ponto 4. Para Marimuthu et al. (2013) esse parâmetro é utilizado na identificação e controle de poluição de corpos d'água com esgotos sanitários e efluentes industriais. Os valores de pH para todos os pontos encontraram-se dentro valor permitido. Ressalta-se que no ponto dois o valor encontrado (6,5) por mais que esteja em conformidade com o VMP, este valor está bem próxima à classificação de água ácida, sendo este um fato de alerta.

Diante do exposto, percebeu-se que no ponto 2 houve maiores alterações nos parâmetros analisados. Nesse ponto identificou que os parâmetros de condutividade, turbidez, temperatura, cloreto e sódio apresentaram valores acima do permitido. Esse fato pode ser explicado, pois esse ponto localiza-se em uma área que recebe grandes descargas de esgosto doméstico e comercial, podendo ser esse um dos maiores precursores da contaminação da água na área.

Atributos	Média	Mediana	Min*	Max*	Variância	S*	CV*(%)
CE (µs)	529,87	540	389	660,50	8674,79	93,13	17,57
Turbidez (NTU)	82,50	87,75	14	140,50	2034,87	45,10	54,66
Temp.* (°C)	25,72	25,45	21,50	30,50	10,74	3,27	12,71
Cloretos (Mg/L)	159,62	144	82,50	268	5976,54	77,30	48,42
Sódio (Mg/L)	231,62	206	136	378,50	9929,41	99,64	43,01
Dureza (Mg/L)	141,12	99	82,50	284	6871,01	82,89	58,73
STD (Mg/L)	302,50	256,5	195	502	13925,25	118	39
pH	7,75	8,05	6,50	8,40	0,54	0,73	9,41

* Min- Mínimo, Max- Máximo, S-Desvio Padrão, CV- Coeficiente de variação.

Tabela 2. Estatística descritiva dos parâmetros fisico-químicos analisados. **Fonte:** Elaborada pelos autores, 2019.

Os valores médios obtidos indicaram maiores alterações nos atributos de condutividade elétrica, turbidez e sódio que apresentaram desconformidade com o VMP (100 µs, 40NTU e 200 Mg/L, respectivamente). Desse modo a escala média desses parâmetros resultou em diferença significativa aos padrões de potabilidade determinado pela legislação brasileira. A série determina que esses parâmetros apresentaram irregularidade na maioria dos pontos de coleta avaliados, caracterizando assim a distribuição espacial média dos atributos. Os demais parâmetros apresentaram médias

dentro do valor tolerável. Urban et al. (2011) obtiveram resultados parecidos na análise da estatística descritiva da qualidade da água de um córrego urbano em Sorocaba-SP. Observaram que os valores médios nos pontos avaliados se diferiram, ocasionando perca qualitativa na água.

As medidas de dispersão analisadas apresentam o quanto os valores de cada ponto amostral se diferenciam da caracterização média identificada para que dessa forma esses pontos possam ser observados com maior cautela, pois agentes externos (como os poluentes identificados nesse estudo) podem contribuir para aumento ou diminuição dos valores, ocasionando a dispersão desses padrões que determinam a qualidade da água. A classificação do coeficiente de variação CV (%) foi determinada de acordo com Pimentel-Gomes (1985), em que os intervalos são classificados em baixo ($CV \leq 10\%$); médio ($10\% < CV \leq 20\%$); alto ($20\% < CV \leq 30\%$); e muito alto ($CV > 30\%$).

Assim, observou-se um baixo valor no CV (%) do parâmetro de pH. O que representou uma pequena variabilidade no atributo, demonstrando que o potencial hidrogeniônico se mantém constante em todo o percurso do rio avaliado, não havendo agentes que possam alterá-lo de forma significativa. Já os parâmetros de condutividade elétrica e temperatura apresentaram taxa média de variação, representando que em alguns pontos de amostragem os parâmetros sofreram alguma perturbação, causando alterações em suas propriedades. A dureza, turbidez, cloretos, sódio e STD, apresentaram variabilidade espacial muito alta. Essa alta variação pode ter ocorrido devido à quantidade de pontos de descargas de efluentes que se comportam de forma heterogênea no percurso do rio.

4 CONCLUSÕES

A utilização das ferramentas de geoprocessamento permitiu a análise sobre as formas de uso e ocupação da área em estudo e como estas interferem na qualidade da água. Foi possível identificar os pontos e valas de descarga de esgoto no rio, além de mapear os locais de concentração de odor no curso d´água e expressar as áreas vulneráveis no córrego.

Percebeu-se que o rio Pacoti recebe grandes quantidades de efluentes de origem doméstica, comercial e hospitalar, principalmente na região central do município. Identificou-se 6 valas principais de efluentes que contêm os dejetos de outras valas secundárias. Essas valas despejam o esgoto compartilhado de dezenas de residências. Para o despejo individual, mapeou-se 46 pontos de descarga direto no rio, sendo esses por tubulações e valas a céu aberto.

Mediante a perspectiva que o despejo de efluentes além de poluir a água, ocasionam diferentes graus de odor no percurso do rio, observou-se 3 regiões com alta concentração de odor. Essas regiões se localizaram principalmente nas áreas próximas ao descarte por valas a céu aberto.

As análises de água indicaram inadequações nos parâmetros de condutividade, turbidez, temperatura, cloreto e sódio. No ponto amostral 1, na área não urbanizada, os parâmetros analisados

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

apresentaram menores valores, já nos pontos 2 e 4, na região central da cidade os valores encontrados obtiveram maior variação. Percebeu-se que o ponto 2 apresentou maior número de atributos acima do valor permitido, sendo este o ponto com maior número de descarga de efluente individual e o segundo maior local com despejo coletivo.

De acordo com identificação dos locais com maiores descargas de efluentes e mapeamento da alta concentração de odor, destacou-se 3 áreas críticas no trecho do rio. Constatou-se que essas áreas se distribuíram nas porções oeste, norte e leste do córrego.

Desse modo, conclui-se que a destinação final dos efluentes está diretamente ligada às perdas de algumas propriedades hídricas, resultando no comprometimento da qualidade e diminuição da disponibilidade da água aproveitável. Assim, faz-se necessário que a coletividade junto ao poder público, tracem ações e técnicas de recuperação e revitalização desse ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), pela infraestrutura oferecida para realização das análises e elaboração dos produtos cartográficos

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

REFERÊNCIAS

AHMED, A. N., OTHMAN, F. B., AFAN, H. A., IBRAHIM, R. K., FAI, C. M., HOSSAIN, M. S., ELSHAFIE, A. Machine learning methods for better water quality prediction. **Journal of Hydrology**, v. 578, p. 124084, 2019.

ALVARES C. A., STAPE J. L., SENTELHAS P. C., DE MORAES GONCALVES J. L., SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, No. 6, 711–728. 2013. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.

ANDRADE, N.J.; MACEDO, J.A.B. **Higienização na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2008. p. 182.

BRASIL: Agência Nacional das Águas – ANA, 2017. **ATLAS ESGOTOS**: Despoluição das Bacias Hidrográficas. Disponível em http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/atlas-esgotos-revela-mais-de-110-mil-km-de-rios-com-comprometimento-da-qualidade-da-agua-por-carga-organica/atlaseesgotosdespoluicaodebaciashidrograficas-resumoexecutivo_livro.pdf. Acesso em 10 de Fev. de 2019.

BRASIL: Agência Nacional de Águas – ANA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL: Agência Nacional de Águas – ANA. Resolução nº 2.020, de 15 de dezembro de 2014, publicada no Diário Oficial da União de 23 de dezembro de 2014. BRASIL: Agência Nacional das Águas – ANA, 2011. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**, 2011. Cap. 3 p; 51-56. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta .pdf. Acesso em: 21 out. 2018.

BRASIL: **Conselho Nacional Do Meio Ambiente-CONAMA**. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL: Ministério da Saúde. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

BRASIL: Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo**. Brasília, 2006.

BRITO, A. P. et al. Distribuição espacial das nascentes e análise da qualidade da água na comunidade olho d'água dos Constantinos, em Redenção, Ceará. In: **Anais do SIRGEO** - Simpósio Regional de Geoprocessamento. Anais...Teresina(PI) IFPI, 2019. Disponível em: https://www.even3.com.br/anais/sirgeo/134366-distribuicao-espacial-das-nascentes-e-analise-da-qualidade-da-agua-na-comunidade-olho-dagua-dos-constantinos-em/. Acesso em; 22 fev. 2019.

CARNEIRO, F. J. B. **Mapeamento do uso de agrotóxicos e da qualidade da água de nascentes na comunidade rural de Piroás, Redenção - CE**. 2016. 78 p. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção, 2016.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

CARREIRA, Renato; WAGENER, Angela de L. Rebello; READMAN, Timothy Fileman e James W.. Distribuição de coprostanol (5β(h)-colestan-3β-ol) em sedimentos superficiais da baía de guanabara: indicador da poluição recente por esgotos domésticos. **Quim. Nova**, S[l], v. 24, n. 1, p.37-42, jan. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n1/4447.pdf>. Acesso em: 15 dez. 18.

CORREIO, L. N. C.; CECCONELLO, S. T.; MORAES, P. B.; GUEDES, H. A. S.; CENTENO, A. N.; CECCONELLO, S. T. Análise temporal da qualidade da água de um arroio no sul do Rio Grande do Sul. **Revista Thema**, v. 14, n. 2, p. 109–119, 2016.

CUNHA, Cynara de Lourdes da Nóbrega; FERREIRA, Aldo Pacheco. Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais. **Cad. Saúde Pública**, São Paulo, v. 22, n. 8, p.1715-1725, ago. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n8/20.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2018.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

FERNANDES, Debora de Oliveira et al. Avaliação da qualidade microbiológica da água do córrego Barreirinho no município de Ibirité-MG. Uma comparação com o Kit Enzquik. **Águas Subterrâneas**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.275-282, 10 jul. 2018. Lepidus Tecnologia. http://dx.doi.org/10.14295/ras.v32i2.29121.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME. **Perfil básico de Redenção-CE**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/index.php/perfil-basicomunicipal-2015>. Acesso em 13 dez. 2018.

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. **Manual prático de análise de água**. 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em 30 out. 2018.

GALVÃO JUNIOR, A. C. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Rev. Panam Salud Publica**. 2009; 25(6):548–56. Disponível em: http://www1.eesc.usp.br/ppgsea/files/texto_galvao.pdf. Acesso em 15 jan. 2019.

HAN, Q., TONG, R., SUN, W., ZHAO, Y., YU, J., WANG, G., JIN, Y. Anthropogenic Influences on the Water Quality of the Baiyangdian Lake in North China over the Last Decade. **Science of The Total Environment**, v. 701, 134929, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ceará**: Redenção. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/redencao/panorama>. Acesso em: 26out. 2019.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. **Perfil básico de Redenção-CE**. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/index.php/perfil-basicomunicipal-2015>. Acesso em 13 dez. 2018.

MADDEN, N.; LEWIS, A.; DAVIS, M. Thermal effluent from the power sector: an analysis of once-through cooling system impacts on surface water temperature. **Environmental Research Letters**, v. 8, 2013.

MARIMUTHU, T.; RAJENDRAN, S.; MANIVANNAN, M.. An analysis of efficiency and water quality parameters of dye effluent treatment plant, Karur, Tamilnadu, India. **Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology**, v. 2, n. 3, p. 567-571, 2013.

ISSN: 1982 - 5528
D.O.I:10.22411/rede2019.1301.11

MATIC, N.; MIKLAVCIC, I.; MALDINI, K.; DAMIR, T.; CUCULIC, V.; CARDELLINI, C. ET AL. Geochemical and isotopic characteristics of karstic springs in coastal mountains (Southern Croatia). **Journal of Geochemical Exploration**, n. 132, p. 90–110, 2013. http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.

MAURYA, S. P., SINGH, P. K., OHRI, A., & SINGH, R. Identification of indicators for sustainable urban water development planning. **Ecological Indicators**, v.108, 105691.

MESQUITA, Fabrício Rivelli et al. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO NO BALNEÁRIO IGARAPÉ PRETO, CRUZEIRO DO SUL, ACRE, BRASIL. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 19, n. 10, p.2676-2684, 01 dez. 2014. Semestral.

QUEIROZ, Tadeu Miranda de; OLIVEIRA, Lizandra Carla Pereira de. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s.l.], v. 23, n. 1, p.173-180, fev. 2018. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018166375.

ROCHA, JR. **Impactos das atividades antrópicas na qualidade das águas do rio Parnaíba no meio urbano das cidades de Teresina-PI e Timon- MA**. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2013.

SANTOS, M. O.; MELO, S. M. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água de nascentes - Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores. **Journal of Environmental Analysis and Pogress**, v. 1, p. 36–43,2017.

São Paulo (estado). Secretaria do Meio Ambiente. Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. **IQA**: Índice de qualidade das águas. São Paulo, 2014. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/ÁguasSuperficiais/42-Índicede-Qualidade-dasÁguas-(iqa). Acesso em: 19 fev. 2019.

SOARES. S. C. et al. **Uso de geotecnologia na análise dos pontos de acúmulo de lixo no município de Redenção-CE**. Disponível em; file:///C:/Users/patri/Downloads/1192_USO_DE_GEOTECNOLOGIA_NA_ANALISE_DOS_PONTOS_DE_ACUMULO_DE_LIXO_NO_MUNICIPIO_DE_REDENCAO_CE%20(1).pdf. Acesso em: 01 dez. 2018.

UNESCO. **Água para todos, água para la vida**. Paris, 2003. 36 p.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency - USEPA. **Secondary maximum contaminant levels**: a strategy for drinking water quality and consumer acceptability. 2015. Disponível em: http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/4537.pdf. Acesso em: 22 fev. 2019.

URBAN, R., SILVA, A., MANFRÉ, L., & NAKADA, L.. **Análise estatística descritiva e multivariada da variação da qualidade de água de um córrego urbano**: estudo de caso do córrego Lavapés -Sorocaba/SP. In: XIX Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, 19., 2011. Maceió: 2011. p. 1 - 16. Disponível em: <file:///C:/Users/patri/Downloads/UrbanetalABRH.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.