



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

JOSÉ VALDECY ALVES GOMES JÚNIOR

IMPACTOS AMBIENTAIS NO MÉDIO CURSO DO RIO CURU

FORTALEZA

2021

JOSÉ VALDECY ALVES GOMES JÚNIOR

IMPACTOS AMBIENTAIS NO MÉDIO CURSO DO RIO CURU

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marta Celina Linhares Sales.

Fortaleza

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- G614i Gomes Júnior, José Valdecy Alves.
Impactos ambientais no médio curso do Rio Curu / José Valdecy Alves Gomes Júnior. – 2021.
58 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Geografia, Fortaleza, 2021.
Orientação: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales.
1. Rio Curu. 2. Médio Curu. 3. Impactos ambientais. 4. Saneamento. 5. Meio ambiente. I. Título.
CDD 910
-

JOSÉ VALDECY ALVES GOMES JÚNIOR

IMPACTOS AMBIENTAIS NO MÉDIO CURSO DO RIO CURU

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Geografia do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marta Celina Linhares Sales.

Aprovada em: 03/09/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Marta Celina Linhares Sales (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.^a Marília de Fátima Barros Damasceno
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.e. José Augusto da Silva Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Cada dia repete o anterior de forma diferente; irrepetível, toda hora repete outras horas. Do berço ao túmulo, apenas o rio interminável e o banho em suas águas mesmas, conquanto mutantes. (PINTO, 2002, p. 95).

RESUMO

Numa perspectiva histórica, os seres humanos têm a tendência de ocuparem regiões próximas a rios, pois nestes canais fluviais se encontram oferta de água suficiente para sobrevivência. Civilizações em todo o mundo se desenvolveram às margens de rios importantes ao longo da história, como por exemplo os mesopotâmios, habitando as regiões próximas aos rios Tigres e Eufrates, outras cidades em várias partes do mundo também se desenvolveram assim, até chegarmos ao contexto local, em que algumas cidades do Estado do Ceará surgiram as margens de importantes rios, entre eles o Rio Curu. O recorte espacial está situado no médio curso do mencionado rio, localizado na Mesorregião do Norte Cearense, possuindo adensamentos populacionais importantes como os perímetros urbanos de Apuiarés, General Sampaio, Pentecoste e São Luís do Curu que se localizam próximos ao leito e possuindo influência direta ao corpo hídrico. O tema referente a “obter e analisar os indicadores de impactos ambientais, assim como compreender as repercussões em adensamentos populacionais próximos as margens do médio curso do Rio Curu”, foi escolhido mediante a compreensão da importância em preservar o principal curso fluvial da região, uma vez que faltam políticas de saneamento básico e algumas ações antrópicas ocasionam sérias consequências, afetando toda a população e cadeia produtiva local. Fazendo menção ao recém sancionado Marco Regulatório do Saneamento, este trabalho expõe alguns de seus compromissos, bem como a importância do cumprimento destas ações para mitigar efeitos causados pelo descaso do poder público ao longo dos anos, a exemplo da falta de cobertura total de esgoto, coleta de lixo, abastecimento d’água e a carência de conscientização social dos habitantes da região em relação a preservação do meio ambiente. Através de revisões bibliográficas em trabalhos já realizados sob a temática e na área de estudo, mediante dados estatísticos de órgãos públicos do Estado, averiguou-se uma série de impactos causados pela ausência das já mencionadas políticas na saúde da população, ocasionando assoreamento, intensificando o *déficit* hídrico em um rio do tipo intermitente e acarretando doenças para a população local. Ao final deste trabalho, será apresentada propostas de determinadas políticas que podem ser adotadas pelas autoridades competentes, no intuito de diminuir os danos causados há muito tempo ao importante Rio Curu.

Palavras-chave: Rio Curu; impactos; saneamento; médio Curu; meio ambiente.

ABSTRACT

From a historical perspective, human beings have a tendency to occupy regions near rivers, because in these fluvial channels they find sufficient water supply for survival. Civilizations all over the world have developed along the margins of important rivers throughout history, as for example the Mesopotamians, inhabiting the regions near the Tigris and Euphrates rivers. Other cities in various parts of the world have also developed in this way, until we get to the local context, in which some cities in the State of Ceará emerged along the margins of important rivers, among them the Curu River. The spatial cut out is situated in the middle course of the mentioned river, located in the Mesoregion of the North of Ceará, having important population densities such as the urban perimeters of Apuiarés, General Sampaio, Pentecoste and São Luís do Curu, which are located near the riverbed and have direct influence on the hydric body. The theme related to "obtain and analyze the indicators of environmental impacts, as well as understand the repercussions in population densification near the banks of the middle course of the Curu River", was chosen through the understanding of the importance of preserving the main river course of the region, since basic sanitation policies are lacking and some anthropic actions cause serious consequences, affecting the entire population and local productive chain. Mentioning the recently sanctioned Sanitation Regulatory Framework, this paper exposes some of its commitments, as well as the importance of fulfilling these actions to mitigate the effects caused by the neglect of public power over the years, such as the lack of total coverage of sewage, garbage collection, water supply and the lack of social awareness of the inhabitants of the region in relation to environmental preservation. Through bibliographic reviews in works already done on the subject and in the study area, by means of statistical data from public agencies of the State, a series of impacts caused by the absence of the above-mentioned policies on the health of the population was verified, causing silting, intensifying the water deficit in an intermittent river and causing diseases to the local population. At the end of this work, proposals will be presented for certain policies that can be adopted by the competent authorities, in order to reduce the damage caused long ago to the important Curu River.

Keywords: Curu River; impacts; sanitation; Curu medium; environment.

LISTA DE FOTOS E FIGURAS

Foto 1 - Leito anastomosado do Rio Curu, sobre a ponte da BR-222 na altura de São Luís do Curu	19
Fotos 2 e 3 (na ordem) - Área de agricultura irrigada e instalações industriais da Calçados “Paquetá”, ambas em Pentecoste	28
Foto 4 - Representação dos aspectos pedológicos e de vegetação no distrito de Várzea Redonda (zona rural de São Luís do Curu) no período de estação seca	29
Foto 5 - Açude de General Sampaio	33
Figuras 6 e 7 (na ordem) - Comparativo entre dois períodos num mesmo ponto do município de São Luís do Curu: a esquerda maio de 2019 e a direita junho de 2021	36
Fotos 8 e 9 (na ordem) - descartes irregulares de esgoto doméstico nos municípios de Apuiarés e General Sampaio respectivamente	38
Foto 10 - Lixo descartado de forma irregular nas proximidades do Rio Curu em São Luís do Curu	42
Foto 11 - Porcos se alimentam de rejeitos no lixão de Apuiarés	47
Foto 12 - Talvegue do Rio Curu no período seco, destaque para o acúmulo de sedimentos ao longo do rio.....	49

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 - Mapa de situação do trecho correspondente ao médio curso do Rio Curu.....	14
Mapa 2 - Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Curu	24
Mapa 3 - Divisão do canal principal da bacia hidrográfica em alto, médio e baixo curso, atrelado ao modelo digital de elevação (MDE).....	26
Gráfico 1 - Climograma dos quatro municípios objetos de recorte espacial, usando o intervalo de 12 meses entre agosto de 2020 e julho 2021	35
Gráfico 2 - Comparativo entre as populações de cada município do recorte espacial deste trabalho no último censo realizado em 2010 e a estimativa para 2020.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Curu, com sua população, área territorial total, além da área territorial que compõe a bacia e a porcentagem equivalente	25
Tabela 2 - Quadro explicativo referente a quantidade de coliformes toleráveis na água, de acordo com a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, em seu Anexo XX.....	31
Tabela 3 - Dados do Relatório Anual de Informação ao Consumidor da CAGECE sobre a qualidade das amostras de água na rede de distribuição em 2020	32
Tabela 4 - Dados gerais sobre o abastecimento d'água na região, levando em consideração o levantamento mais recente publicado	35
Tabela 5 - Taxa de cobertura geral de esgoto pela CAGECE e a porcentagem correspondente a destinação incorreta ou mesmo ausente em cada município/localidade ...	37
Tabela 6 - Relação dos tipos de poluentes e suas consequências na rede de esgoto.....	39
Tabela 7 - Disposição final e situação de catadores de materiais recicláveis na Bacia do Curu com destaque para os municípios que compõem a região objeto de estudo	41
Tabela 8 - Dados retirados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) referentes às produções de extração vegetal no último levantamento realizado em 2019....	46
Tabela 9 - Uso e ocupação do solo nos municípios do recorte espacial	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a. C	Antes de Cristo
ALCE	Assembleia Legislativa do Ceará
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BSh	Clima Quente de Estepe
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CRPM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
NBR	Norma Brasileira
PET	Poly Ethyl Terephthalate
pH	Potencial de Hidrogênio
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPP	Parceria Público-privada
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
SEINFRA	Secretaria da Infraestrutura
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente
SESA	Secretaria da Saúde do Ceará
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UFC	Universidade Federal do Ceará
USGS	United States Geological Survey
VCAN	Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS DA PESQUISA	17
2.1 Objetivo Geral	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3. JUSTIFICATIVA	18
4. PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	20
4.1 Metodologia	20
4.2 Referencial teórico	22
5. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU ...	24
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6.1 Abastecimento d'água	30
6.2 Cobertura de esgoto	36
6.3 Coleta de lixo	40
6.4 Assoreamento	46
7. PROPOSTAS PARA A REGIÃO DO MÉDIO CURSO DA BACIA	49
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	54

1. INTRODUÇÃO

Até o período Neolítico, aproximadamente 5.000 a. C, a maioria dos seres humanos viviam de maneira nômade, ou seja, mudavam constantemente de local à procura de alimentos e cavernas para se manterem, se abrigarem e se protegessem. Desde muito cedo, os seres humanos procuraram habitar em regiões próximas a rios, pois nestas áreas existia abundância de água para o consumo dos membros da tribo e seus animais. (ROOS, 2012).

Para que finalmente o hominídeo se fixasse em uma região, foi essencial o desenvolvimento da agricultura, que por sua vez, exigia terras férteis, e estas eram proporcionadas em áreas próximas aos rios (FABER, 2013). O rio, visto como exemplo de recurso natural, possibilita a ocupação de uma determinada área e é um recurso muito explorado pelos seres humanos se comparado a outros.

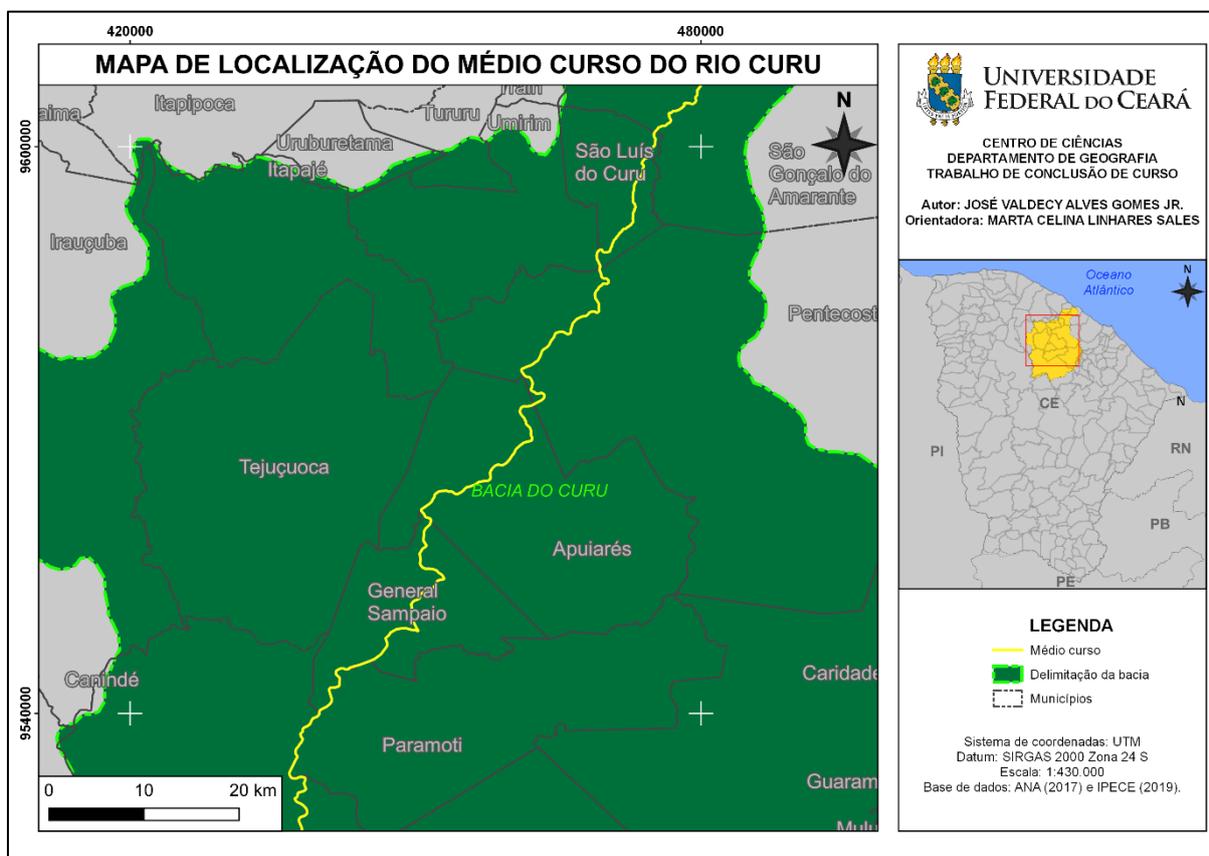
Em uma região semiárida como é a do interior do Estado do Ceará, os índices de umidade relativa do ar são baixos, as grandes chuvas não são abundantes, ocasionados por um regime pluviométrico concentrado em alguns meses do ano, provenientes de fenômenos atmosféricos-oceânicos e ocorrendo em alguns anos chuvas abaixo da média histórica, resultando em períodos de secas (FUNCEME, 2014).

Neste cenário, os rios, em sua maioria intermitentes, são regiões favoráveis para o processo de adensamento populacional, pois em um local com todas estas características citadas, é trivial que a população se assente em regiões próximas aos cursos hídricos, tendo em vista a possibilidade de maior oferta de água, facilidade nos processos de ačudagem e desenvolvimento da agricultura (COY, 2013). Alguns povoamentos cearenses que mais tarde seriam elevadas a cidades, desenvolveram-se às margens dos principais rios da região: Icó e Aracati no Rio Jaguaribe, Sobral no Rio Acaraú e Camocim no Rio Coreaú, são alguns destes exemplos (PAULA et al. 2017).

Neste trabalho a abordagem se dará em torno do médio curso do Rio Curu, numa extensão de aproximadamente 124 km, que corta sete municípios: São Luís do Curu, parte de Umirim, Pentecoste, Apuiarés, General Sampaio e parte de Canindé, correspondendo por uma área irrigada de 3.951,20 km² e terminando na Fazenda Todos os Santos, em Canindé (mapa 1). Porém, os municípios considerados nesta pesquisa serão apenas Apuiarés, General Sampaio, Pentecoste e São Luís do Curu, pois são as cidades que possuem seus respectivos centros urbanos próximos as margens do rio. Esta região integra a Região de Planejamento do Vale do

Curu, na Mesorregião do Norte Cearense e na Microrregião do Médio Curu (IPECE, 2015), sendo esta uma bacia responsável por irrigar cerca de 6% do território cearense.¹

Mapa 1 - Mapa de situação do trecho correspondente ao médio curso do Rio Curu.



Fontes: Agência Nacional das Águas (2017) e IPECE (2019). Elaborado pelo próprio autor (2019).

O Rio Curu é um curso fluvial muito importante, possuindo na região do seu baixo curso um perímetro irrigado e vários adensamentos populacionais próximos ao médio curso, sendo este trecho do rio muito explorado pela população e ocasionando determinados impactos ambientais para o recurso natural (CEARÁ, 2009).

Para Venturi (2006), o rio não necessita ser diretamente explorado como um recurso, mas servir como condicionante, assim, a definição de recurso natural pode ser considerada provisoriamente como “qualquer elemento ou aspecto da natureza que possa ser explorado pelo homem, direta ou indiretamente, ou que estejam em demanda.” (VENTURI, 2006, p. 11). Sendo esta, ainda, uma definição muito simplista e rasa, desconsiderando outras

¹ Pacto das Águas - Bacia do Curu, aspectos gerais (p. 17). Disponível em: <<https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Bacia-do-Curu.pdf>> Acesso em: 2.fev.2021.

possibilidades como sua materialidade e forma de exploração direta ou indireta. O principal recurso natural a ser considerado nesta pesquisa é o rio, que para Nascimento (2012):

(...) constituem um importante elemento físico na composição das paisagens, no esteio econômico e são elementos indispensáveis à vida, operando fenômenos da atmosfera inferior e litosfera, interferindo nas vidas animal e humana a partir da interação com os demais elementos dos seus ambientes de drenagem. (NASCIMENTO, 2012, p. 82).

No que trata de bacias hidrográficas, é necessário para pesquisadores e gestores uma abordagem mais clara do seu conceito. Para Teodoro (2007) *apud* Barella et al. (2001), uma definição de bacia hidrográfica é de uma região drenada por um rio principal e seus afluentes, delimitada pela topografia, onde as águas das chuvas escoam superficialmente para as partes mais baixas do relevo, formando rios e riachos, ou mesmo infiltrando-se no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

As águas superficiais escoam por canais fluviais, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das elevações topográficas (canais de primeira ordem) e à medida que as águas dos riachos escoam, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios (canais de segunda ordem), esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros afluentes, formando um rio maior (canal de terceira ordem ou principal) seguindo à sua jusante até desembocarem no oceano (BARELLA et al. 2001).

Numa região semiárida como a do Nordeste brasileiro, existe uma alta demanda por água, associada com regimes de estiagens cíclicas, ocasionadas por chuvas concentradas em certos meses do ano e perdas por altas taxas de evaporação, ocasionando regimes fluviais temporários e intermitentes, como é o caso da região onde está situado o médio Curu (IPECE, 2018 *apud* FUNCEME, 2019).

O termo “impacto ambiental”, muito utilizado pela mídia e no nosso cotidiano, está muitas vezes relacionado a algum dano causado à natureza de maneira indesejada. Para Sánchez (2008), isso é apenas uma parte do conceito e não um todo. Inúmeras definições existem para impacto ambiental, cada uma trilhando um caminho semelhante aos demais no que diz respeito aos seus preceitos básicos, porém formuladas de diferentes formas. Neste trabalho adota-se uma definição mais encorpada de “impacto ambiental” proposta por Wathern (1988), apontando como impacto: “a mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada” (SÁNCHEZ, 2008 p. 29 *apud* WATHERN, 1988 p. 7).

Antes de abordar sobre os impactos ambientais ocorridos, torna-se necessário proceder com recorte espacial e delimitar a área de estudo, realizado através de mapeamento e técnicas em geoprocessamento, além de revisão bibliográfica.

A escolha por este tema se deu no intuito de dimensionarmos que a situação na região do Médio curso do Rio Curu - assim como todo o rio - poderia ser diferente, mediante um manejo mais consciente dos recursos naturais e atividades antrópicas responsáveis.

Busca-se, portanto, identificar os impactos ambientais ocorridos na região de forma descritiva, relacionando com potenciais consequências para o ecossistema e população local, apresentando ao final da pesquisa, um diagnóstico e possíveis ações de manejo para a região.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 Objetivo Geral

Obter e analisar os indicadores de impactos ambientais, assim como compreender as repercussões em adensamentos populacionais próximos as margens do médio curso do Rio Curu, localizado na região centro-norte do Estado do Ceará.

2.2 Objetivos Específicos

- Apontar os índices de saneamento básico, coleta de lixo, atividades extrativistas e industriais em municípios localizados as margens do Rio Curu;
- Elencar os principais impactos ambientais que acontecem na região;
- Propor ações de proteção e mitigação de impactos ambientais.

3. JUSTIFICATIVA

As bacias hidrográficas, segundo Dietrich (2004), apresentam-se como unidades fundamentais para o gerenciamento de recursos hídricos e para o planejamento ambiental, já que são extremamente vulneráveis às atividades antrópicas.

A lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, adotando a definição de bacias hidrográficas como unidades de estudo e gestão.

De acordo com a referida lei, a bacia hidrográfica tem os seguintes fundamentos: a água como um bem de domínio público; um recurso natural limitado e dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso é prioritário para consumo humano e dessedentação animal; a bacia hidrográfica é vista como sendo uma unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; e a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

No Nordeste brasileiro, as bacias hidrográficas vêm sofrendo com grande perda de biodiversidade em consequência da alta demanda por água. Na gestão de bacias, o monitoramento da água, fundamenta a tomada de decisões e evitando conflitos futuros (GORAYEB, 2007).

Problemas como coleta e armazenamento de lixo são evidenciados em dados estatísticos nas zonas urbanas de municípios que integram a região próxima ao médio curso do Rio Curu (Apuiarés, General Sampaio, Pentecoste e São Luís do Curu). Somando-se a isso, averigua-se a carência no acesso à rede geral de esgoto em todas as cidades mencionadas, conforme dados do IPECE (2018) e IBGE (2010).

Níveis de desmatamento na mata ciliar do Rio Curu são alarmantes, causando problemas referentes a sedimentação e conseqüente assoreamento no leito dos rios. Isso reduz o fluxo hídrico e a entrada de luz no meio aquático, prejudicando a fauna e produção fotossintética, colocando em risco a biodiversidade. (GORAYEB, 2005). Outros problemas de natureza antrópica podem ser considerados além dos já citados como: retirada de areia do leito do rio, cultura de vazante, lavanderia, piscicultura (produção em cativeiro), eutrofização e despejo de dejetos humanos no rio (GORAYEB, 2005).

A região do médio curso foi escolhida por ser um trecho que apresenta um canal anastomosado (foto 1), tendo um aporte hídrico não muito favorável para atender as demandas

de municípios que integram essa região, alguns de baixa e outros de média densidade populacional.

A preservação do rio principal deste trecho da bacia hidrográfica garantirá futuramente para as populações que habitam em torno, água de qualidade que atenderá as demandas tanto individuais de consumo quanto econômicas para toda a região, o combate a vetores e a prevenção de doenças.

É importante identificar estas causas e apontar meios que reduzam esses impactos no leito do principal curso hídrico da região, pois a preservação em todo o ecossistema garantirá a distribuição de água própria para o consumo das populações locais e em considerável demanda, diminuindo assim os transtornos em períodos de estiagem, uma vez que a região está situada na Caatinga, em um estado inserido totalmente no semiárido, com rios intermitentes e possuindo alguns reservatórios e dois perímetros irrigados: Curu-Paraipaba e Curu-Pentecoste.

Foto 1 - Leito anastomosado do Rio Curu, sobre a ponte da BR-222 na altura de São Luís do Curu.



Fonte: próprio autor (2019).

4. PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

4.1 Metodologia

Para a execução deste trabalho, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica em textos acadêmicos, livros e portais da internet acerca de definições, formulações, conceitos, delimitações no que tangem a temática estudada, os objetivos específicos e a área estudada; em seguida, procedeu-se uma tabulação desses links para organização, referências e consultas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Foi elaborado um mapa de delimitação da bacia hidrográfica, numa escala de 1:700.000, usando o *software* livre QGis 3.4.15. A base de dados utilizada tanto para o mapeamento e organização de dados a respeito do determinado recorte espacial, foi disponibilizada pela Agência Nacional das Águas - ANA, Instituto de Pesquisa Econômica do Ceará - IPECE, Instituto Brasileiro de Geografia Estatística - IBGE, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, e outras fontes que estarão disponíveis nas referências bibliográficas.

A extensão correspondente ao médio curso do rio principal da bacia foi delimitada através de imagens SRTM do Landsat 8 e técnicas em processamento no QGis, além de observações quanto a morfologia e perenização de setores do canal principal. Usando as imagens adquiridas através do Serviço Geológico dos Estados Unidos USGS (em inglês), foi elaborado no QGIS uma análise topográfica do relevo da bacia, utilizando o caminho “Raster” > “Extrair” > “Contorno” no próprio *software*; número de banda 1; e equidistância entre as linhas de 40 metros para auxiliar na delimitação do médio curso do Rio Curu.

Salienta-se que após o procedimento foi realizado um comparativo com a compartimentação feita através das curvas de nível e materiais cartográficos já elaborados pela COGERH e comparadas com a variabilidade topográfica na própria bacia, sendo de 0 a 80 metros acima do nível do mar, considerado como baixo curso; de 80 a 120 metros, o médio curso; e de 120 até a sua nascente a aproximadamente 800 metros de altitude, o alto curso.

Com auxílio de base de dados disponibilizados pela ANA (2017) e IPECE (2019) foram levantados e organizados em uma tabela os municípios que integram a bacia e com o processamento de dados, feito pelo QGis, foi levantada a porcentagem de área territorial que cada um destes municípios compõe dentro da delimitação da rede hidrográfica. Este procedimento colabora com a identificação de municípios que possuem maiores influências

dentro da bacia, como por exemplo: a proximidade dos centros urbanos destes municípios em relação ao rio principal, acarretando num impacto muito maior e mais rápido de degradação, provenientes de ações antrópicas e a insuficiência de boas práticas de gestão dos resíduos e rejeitos.

O procedimento do cálculo da porcentagem foi realizado, primeiramente, através do QGIS, caminho “Vetor” > “Geoprocessamento” > “Recortar”. No campo “Camada de entrada” foi selecionado o shapefile de municípios do IPECE (2019) e no campo “Camada de sobreposição” foi selecionado o vetor da Bacia Hidrográfica do Rio Curu, disponibilizada pela ANA (2017). Após isso, foi gerado um novo arquivo e associado a ele uma tabela de atributos apenas com os municípios que compõem a região da bacia. Com a calculadora do próprio QGIS, uma nova área territorial foi delimitada e esta tabela foi exportada para o Microsoft Office Excel 2016.

No Excel, foi usado o método de tabulação organizando os valores das áreas oficiais de cada município em uma coluna e os novos valores de áreas provenientes do cálculo no QGIS, em outra. Numa terceira coluna, foi inserida a fórmula “=célula1/célula2” para todas as linhas. Em seguida, este resultado foi convertido, no campo “formato de número” da barra de ferramentas, para “Porcentagem”. Por fim, foi realizada a classificação da maior porcentagem para a menor, usando a opção “Classificar e Filtrar” de Z para A.

Para o levantamento dos municípios da área de estudo (Apuiarés, General Sampaio, Pentecoste e São Luís do Curu) se deu através de mapeamento utilizando as imagens satélites do *software* Google Earth, em que foram considerados os municípios cujo seu perímetro urbano fica o mais próximo possível ao leito do rio principal.

Numa etapa posterior foi realizada a caracterização da Bacia Hidrográfica do Curu e o catálogo de todos os municípios, fazendas e distritos que integram a margem do médio curso do rio principal da bacia, baseado em dados disponibilizados pela Base Cartográfica Digital do IPECE, elaborada a partir da vetorização das cartas topográficas da SUDENE na escala 1:100.000 e datadas de 1970.

Através de um *checklist* foi elencado cada possível impacto ambiental identificado na área de estudo, usando dados disponibilizados por órgãos públicos, bibliografias a respeito do assunto e identificação de atividades que ocasionam impactos. Por fim, serão sugeridas ações de manejo que viabilizem a diminuição destes impactos na região, assegurando uma melhor qualidade para todo o ecossistema.

4.1 Referencial teórico

O embasamento teórico para esta pesquisa, inicia-se com o resgate histórico das ocupações antrópicas ocorridas próximas a rios. A obra de Alana Roos, “Agricultura: dos Povos Nômades aos Complexos Agroindustriais” de 2012, em sua introdução aborda como se deram os processos de assentamentos dos povos, até então nômades, em áreas irrigadas por bacias hidrográficas. FABER (2011), aborda a temática do rio como fator de importância para o desenvolvimento das primeiras civilizações a longo da história. E Flávio Rodrigues Nascimento em “Os recursos hídricos e o trópico semiárido no Brasil” de 2012, traz a definição de rio que embasa a conceituação do recurso natural para esta pesquisa.

Abordando o processo civilizatório no Estado do Ceará, Davis Pereira de Paula, em conjunto com outros autores, no trabalho “A Influência da Expansão Pastoril e dos Portos Fluviais no Processo de Litoralização do Ceará” publicado em 2017, evidencia como algumas cidades importantes do Ceará se desenvolveram às margens de rios, corroborando com os demais processos de assentamentos em outras partes do mundo ao longo dos séculos.

No que diz respeito a fundamentação de impacto ambiental, a proposta de Wathern (1988), citada no livro de Luís Enrique Sanchez, “Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos” e publicado em 2006, serviu como ponto de partida para conceituar a problemática da pesquisa.

O trabalho de Adryane Gorayeb, “Análise Geoambiental e dos Impactos na Bacia Hidrográfica do Rio Curu-Ceará-Brasil” e publicada no ano de 2004, traz a Bacia Hidrográfica do Rio Curu como recorte de pesquisa, dentro de uma abordagem de impactos ambientais ocorridos no local. Ainda dentro da temática, outras três produções da mesma autora em parceria com outros pesquisadores: “Aspectos geoambientais, condições de uso e ocupação do solo e níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do Rio Curu, Ceará – Brasil” de 2005, “Saneamento básico e impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Curu – Estado do Ceará – NE do Brasil” de 2006 e “Aspectos Ambientais e Qualidade das Águas Superficiais na Bacia Hidrográfica do Rio Curu – Ceará – Brasil” de 2007, em que nesta última se faz uma abordagem focada na questão do saneamento básico e como a ausência deste serviço impacta nos recursos hídricos da região, visto que a infraestrutura do sistema não acompanhou o desenvolvimento da região ao longo das últimas décadas, foram trabalhos que auxiliaram no resgate bibliográfico nesta pesquisa.

Um trabalho mais atual, produzido por Anathayná Sampaio Gomes, aborda como a urbanização impacta numa bacia hidrográfica, adotando como recorte o trecho do Médio Curu em Canindé-CE. Este trabalho, embora seja de um curso de Engenharia Civil, traz uma abordagem semelhante ao que este trabalho enseja e numa região muito próxima da área de estudo, pois segundo a autora, “(...) a medida que o nível da água diminui o efeito da degradação de causa antrópica é mais acentuado” (GOMES, 2021. p. 7), isso tudo agravado pelo aumento do adensamento populacional na região, o que é também uma das abordagens deste trabalho.

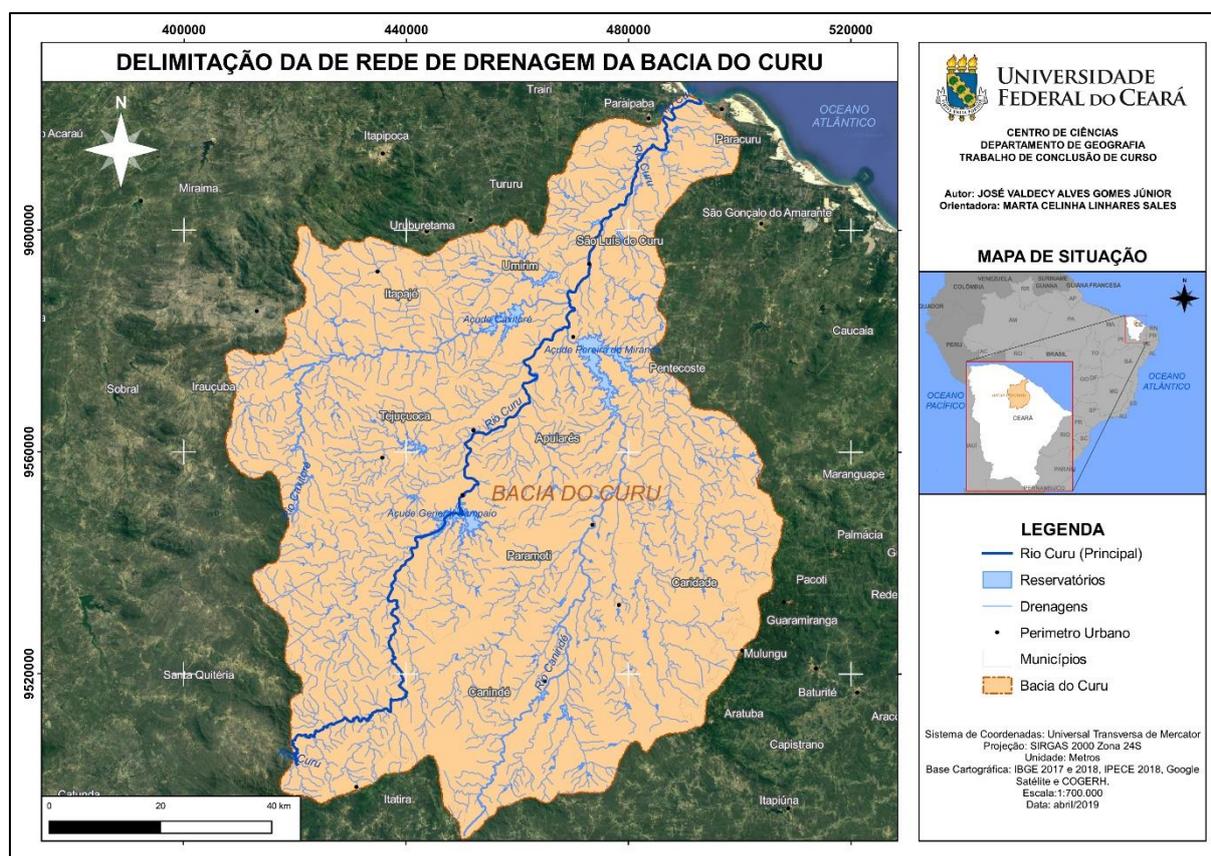
A pesquisa de Júlia Werneck Ribeiro e Juliana Maria Scoralick Rooke: “Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública”, publicada em 2010, trata sobre os problemas causados pelo descarte de rejeitos em sistemas de esgotos ou diretamente no meio ambiente, servindo como base para compreender os impactos causados por determinados tipos de efluentes descartados de maneira irregular no meio ambiente e o quanto é importante os municípios possibilitarem a destinação correta de esgotos domésticos e industriais.

Os dados a respeito da disposição final de resíduos e coleta de materiais recicláveis na região, foram averiguados a partir de um estudo promovido pela Assembleia Legislativa do Ceará, divulgados em 2020 e foram fundamentais para correlacionar a questão do lixo e presença de lixões no municípios do recorte espacial com a qualidade das amostras de água, divulgadas pela CAGECE no “Relatório Anual de Informação ao Consumidor”, sobre a qualidade das amostras de água na rede de distribuição em 2020, bem como os índices de hepatites virais e arboviroses nos últimos anos e disponibilizadas pela Secretaria de Saúde do Estado do Ceará (SESA), conforme explicitado no tópico “Resultados e discussões” do presente trabalho.

5. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU

A Bacia Hidrográfica do Rio Curu (mapa 2) tem destaque pioneiro na visão das ações governamentais no Estado do Ceará. Foi nela, que entre 1974 e 1975, foi implantando o primeiro sistema de perímetros irrigados² (Curu-Paraipaba) e também foi a primeira a firmar um Comitê de Bacias Hidrográficas entre 1992 e 1996. Esta bacia possui uma área de drenagem de 8.750,75 km², correspondente a 6% do estado, sendo o seu principal afluente o rio Canindé, à direita do rio principal e que drena praticamente todo quadrante sudoeste da bacia; à esquerda, destaca-se o rio Caxitoré que abrange a parte centro-norte do Estado (CBH CURU, 2019).

Mapa 2 - Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Curu.



Fontes: ANA (2017) e IPECE (2019). Elaborado pelo próprio autor (2019).

Esta bacia é composta por quinze municípios (tabela 1), apresenta um porte hídrico superficial de 1.068.355.000 m³ num total de treze açudes públicos gerenciados pelo Comitê de Gestão do Recursos Hídricos do Ceará (COGERH, 2019). Suas nascentes fluviais estão

² “São projetos públicos de irrigação cuja infraestrutura é projetada, implantada e operada, direta ou indiretamente, sob a responsabilidade do Poder Público. Podem ser destinados à exploração agrícola de interesse social predominante lote familiar ou mistos, de interesse social e empresarial” (SEMARH-SE, 2016).

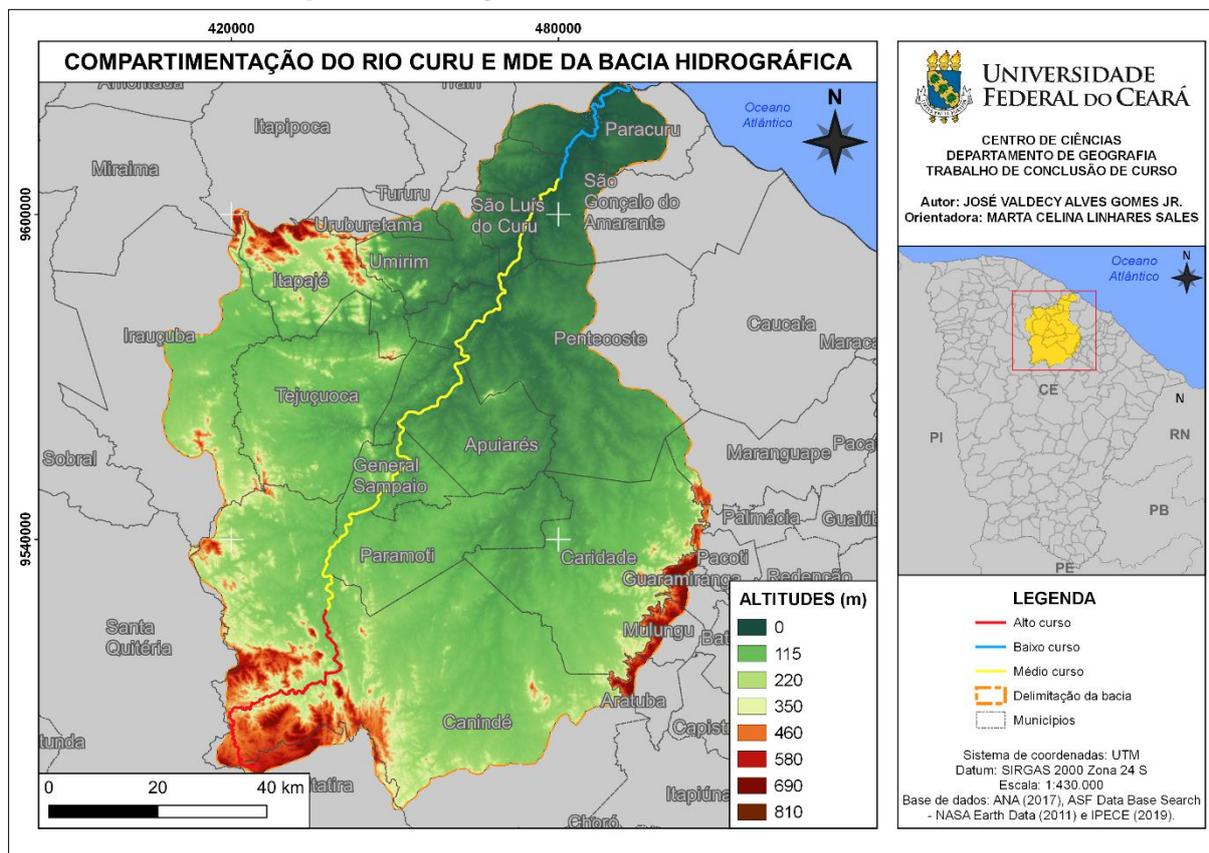
localizadas na Serra do Machado, com nível altimétrico entre 700 e 800 metros (GORAYEB, 2005 *apud* CEARÁ, 1989). Ainda segundo GORAYEB (2005), os principais divisores d'água da bacia são, além das nascentes, o Maciço de Baturité, a leste, e o de Uruburetama, a oeste (mapa 3).

Tabela 1 - Lista de municípios que integram a Bacia Hidrográfica do Curu, com sua população, área territorial total, além da área territorial que compõe a bacia e a porcentagem equivalente.

município	população (hab)	área total (km ²)	área dentro da Bacia (km ²)	área dentro da Bacia (%)
São Luís do Curu	12.332	122,8	122,8	100,0%
Caridade	20.020	925,6	925,6	100,0%
Apuiarês	13.925	543,6	543,6	100,0%
Tejuçuoca	16.827	758,2	758,2	100,0%
Paramoti	11.308	538,8	538,8	100,0%
General Sampaio	6.218	230,2	230,2	100,0%
Itapajé	48.350	432,0	427	98,8%
Umirim	18.802	315,4	286,8	90,9%
Canindé	74.473	3030,2	2340,3	77,2%
Pentecoste	35.400	1378,7	967,2	70,2%
Paracuru	31.536	304,5	174,2	57,2%
Guaramiranga	4.164	91	36,4	40,2%
Mulungu	10.823	97,9	38	38,8%
Paraipaba	30.041	289	110,5	38,2%
São Gonçalo do Amarante	48.422	842	311,3	37,0%
Irauçuba	22.324	1465,5	445,7	30,4%
Tururu	16.271	201	36,9	18,4%
Aratuba	11.847	119,7	21,2	17,8%
Uruburetama	21.850	104,5	13,6	13,0%
Itatira	18.894	829	72	8,7%
Maranguape	128.978	583	37,4	6,4%
Pacoti	12.261	112,3	7	6,3%
Palmácia	13.322	128,8	3,1	2,4%
Trairi	55.918	928	4	0,4%
Itapipoca	129.358	1594,08	6,1	0,4%
Santa Quitéria	43.703	4260,3	5,2	0,1%
Miraima	13.818	708,3	0,181	0,03%

Fontes: IPECE (2020). Elaborado pelo próprio autor (2020).

Mapa 3 - Divisão do canal principal da bacia hidrográfica em alto, médio e baixo curso, atrelado ao modelo digital de elevação (MDE).



Fontes: NASA (2011), ANA (2017) e IPECE (2019). Elaborado pelo próprio autor (2020).

O clima Tropical Quente Semiárido propicia uma média térmica anual em torno dos 27°C, a média pluviométrica é de 919,1 mm e predominante entre os meses de janeiro a julho (CEARÁ, 2009). As unidades geoambientais apontadas segundo Gorayeb (2004) são planície litorânea, planícies fluviais, tabuleiros, depressão sertaneja e maciços residuais. O clima nessa região é caracterizado como Tropical Quente Semiárido e que na classificação de Koeppen (1948), está denominado sendo do tipo climático “BSh – Clima Semiárido quente”. (EMBRAPA, 2018).

BSh – Clima Semiárido quente. É caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição; baixa nebulosidade; forte insolação; índices elevados de evaporação, e temperaturas médias elevadas (por volta de 27°C). A umidade relativa do ar é normalmente baixa, e as poucas chuvas - de 250 mm a 750 mm por ano - concentram-se num espaço curto de tempo, provocando enchentes torrenciais. Mesmo durante a época das chuvas (novembro a abril), sua distribuição é irregular, deixando de ocorrer durante alguns anos e provocando secas. A vegetação característica desse tipo de clima é a xerófila (Caatinga). Esse tipo de clima predomina no interior da Região Nordeste, norte de Sergipe, oeste de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, e centro, noroeste, norte e nordeste da Bahia (EMBRAPA, 2018).

Devido a estar situada em latitudes mais baixas (próximas ao Equador), a região do Vale do Curu possui um regime pluviométrico dependente da oscilação da ZCIT e um ou outro fenômeno meteorológico como VCANs, linhas de instabilidade e sistemas convectivos de mesoescala, tudo isso acarreta numa divisão consolidada entre uma estação chuvosa no começo do ano, seguida de uma estação seca que vai até dezembro (ALMEIDA, 2010).

A compartimentação topográfica presente no Estado do Ceará e conseqüentemente na Bacia do Curu, segundo Souza (1979), decorre de “eventos naturais” datadas do Pleistoceno e “relevos desenvolvidos em terrenos do embasamento cristalino, ou em áreas de capeamentos sedimentares” (p. 78).

A estrutura geológica averiguada através de mapeamento do IPECE (2018) *apud* CRPM (2015), constata que na região estudada (Complexo Canindé do Ceará e São Gonçalo) ocorrem presenças de depósitos eólicos litorâneos e aluviâres recentes, terrenos constituídos de rochas metamórficas e áreas com rochas ígneas intrusivas.

A Bacia do Curu está delimitada pelo Oceano Atlântico no estuário do seu rio principal compartilhando uma área de Faixa Praial, Campos de Dunas e Complexo Flúvio-Marinho; seguido de Tabuleiros Costeiros; Planície Fluvial, todas estas sendo estruturas sedimentares da Bacia Sedimentar do Ceará; acompanhada mais ao seu interior de Depressão Sertaneja (embasamento cristalino) e, por fim, limitando-se topograficamente com dois importantes maciços residuais da estrutura morfológica cearense: os maciços de Uruburetama e Baturité (VIDAL et al. 2019).

As vertentes de ambos os maciços voltados para a bacia, variam entre uma sendo de barlavento (Uruburetama) e outra de sotavento (Baturité), acarretando por sua vez, numa diferenciação no potencial hídrico que escoam através dos canais fluviais em ambas as serras, direcionadas aos sopés e, por fim, aos canais de segunda e terceira ordem (NASCIMENTO NETO et al. 2018).

As atividades econômicas e utilização da terra na região abarcam a produção agrícola, com lavouras tradicionais, projetos de assentamentos agrícolas e perímetros irrigados para o plantio de culturas frutíferas, lavouras permanentes e temporárias, pastagens naturais e artificiais (pecuária de caprinos, bovinos e equinos) e lavouras em descanso (SOARES, 2002).

Nos perímetros urbanos, segundo Gorayeb (2005), se observam práticas de pequenos serviços comuns a toda cidade, além de algumas pequenas e médias indústrias do ramo calçadista, transformação e alimentício em São Luís do Curu e Pentecoste (fotos 2 e 3).

Fotos 2 e 3 (na ordem) - Área de agricultura irrigada e instalações industriais da Calçados “Paquetá”, ambas em Pentecoste.



Fonte: Renata Nayara/Agência UFC (2017) e Focus (2019).

O Rio Curu, principal rio desta bacia, percorre 195 km desde a sua nascente na Serra do Machado até a sua foz, desaguando no litoral oeste, entre os municípios de Paracuru e Paraipaba (COGERH, 2013). A Bacia do Curu tem uma relevante importância econômica diante da sua proximidade com Fortaleza e o Porto do Pecém, presença de açudes de grande porte com múltiplos usos, além do potencial para atividades de irrigação que atraem investimentos públicos como já mencionados. (SOUZA, 2006).

Portanto, a extensão delimitada como o médio curso do rio totalizou em 124,24 km, cortando sete municípios (parte de São Gonçalo do Amarante, São Luís do Curu, parte de Umirim, Pentecoste, Apuiarés, General Sampaio e parte de Canindé) e correspondendo por uma área irrigada de 3.951,20 km². O ponto inicial (aproximadamente) do médio curso do rio inicia-se no distrito de Cágado em São Gonçalo do Amarante, tendo como coordenadas geográficas 39°18'04''O, 3°56'05''S, ou em coordenadas métricas: 479.960,879 X, 9.606.442,624 Y, zona 24M, e terminando na Fazenda Todos os Santos, em Canindé, coordenadas geográficas: 39°56'13''O, 4°27'79''S, ou em métricas: 437.702,772 X, 9.527.127,417 Y, zona 24M (mapa 1).

Averiguando através de imagens contidas no Google Maps, OpenStreetMap e Folhas Topográficas do IPECE, notou-se que há muitos adensamentos populacionais (fazendas, povoados, distritos, sítios, perímetros urbanos, etc.) próximos às margens do médio curso, são eles:

- Serrote, Foveiras, Cana, Escócia, Capim e Faz. Melancias em **São Gonçalo do Amarante**;
- Faz. Buracão, Faz. Boa Vista, Faz. Maniçoba dos Vinhos, Faz. Faiza, Núcleo G, Núcleo H, Várzea Redonda e Centro de **São Luís do Curu**;
- Faz. Ramos Estreitos, Faz. Tapuio em **Umirim**;

- Faz. Santa Terezinha, Faz. Famosa, Faz. Frio, São José, Sítio São Francisco, Faz. Saco, Faz. Experimental da UFC, Sítio Santo Antônio, Serrota, Sebastião de Abreu e Centro de **Pentecoste**;
- Vila Soares, Tabuleiro, Serrote Marmota, Faz. Jaburu, Faz. Santo Antônio, Faz. Lajes, Faz. Ilha, Faz. São Gerardo, Faz. Marizeira e Centro de **Apuiarés**;
- Cajazeiras, Camurupim, Poço Novo, Faz. Bento, Faz. Ipueiras e Centro de **General Sampaio**;
- Tanque, Cangati, Gangorra, Poço do Remédio, Riacho do Jardim, Cartão, Ingá, Faz. Frazão e Faz. Todos os Santos em **Canindé**.

Durante o mapeamento da área visualizou-se trechos que variam entre retilíneos e principalmente meandantes, regiões anastomosadas, completamente secas e outras perenizadas próximas ao Açude de General Sampaio, aos perímetros urbanos de Apuiarés e de São Luís do Curu, bem como na zona rural de São Gonçalo do Amarante em períodos da quadra chuvosa.

O recorte delimitado, segundo verificações realizadas em mapas disponíveis pelo IPECE (2013), se configura numa região com o predomínio de Planícies Ribeirinhas e Depressão Sertaneja; geologia composta por Terrenos de Rochas Metamórficas; solos das classes de Neossolos Flúvicos, Planossolos, Argissolos e Luvisolos; precipitação pluviométrica em 2020 em torno de 800 a 1200 mm, entre janeiro a abril; e acarretando num clima entre Tropical Quente Semiárido e Semiárido Brando, além de uma vegetação que varia entre Caatinga Arbustiva Densa, Carrasco, Floresta Mista Dicótilo e mata ciliar (foto 4).

Foto 4 - Representação dos aspectos pedológicos e de vegetação no distrito de Várzea Redonda (zona rural de São Luís do Curu) no período de estação seca.



Fonte: Barroso (2018).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Abastecimento d'água

É de se imaginar a extrema importância que o Rio Curu tem relacionado ao abastecimento d'água na região. Cuidar da qualidade deste recurso é fundamental para a qualidade de vida das pessoas que moram nos adensamentos urbanos periféricos. Cobertura geral a rede de água, destinação correta do esgoto e manejo correto do lixo produzido pela população local, são cruciais para manter a qualidade desta água em níveis apropriados para o consumo humano.

A Resolução do CONAMA n° 357/2005 caracteriza que as fontes poluentes dos corpos hídricos em áreas ocupadas por agentes antrópicos surgem desde efluentes domésticos e industriais, como pelo escoamento superficial urbano e agrícola. Cada uma destas fontes possui características poluidoras peculiares que são: contaminantes orgânicos, nutrientes causadores de eutrofização, bactérias, entre outros.

Atualmente fica imensurável a variedade de contaminantes nos corpos hídricos pela diversidade de contaminantes produzidos pela indústria e sociedade. Por isso, o CONAMA criou parâmetros de qualidade da água que consideram os principais poluentes, com o objetivo de monitorar e fiscalizar o recurso, separando-os em quatro grupos: físicos, químicos, microbiológicos, bioensaios ecotoxicológicos e radiológicos (GOMES, 2021).

Um exemplo de impacto que a produção industrial em cidades situadas na região pode causar é em relação ao parâmetro de condutividade da água, dentro do grupo de parâmetros físicos citados no parágrafo anterior, pois a condutividade corresponde a substâncias que dissolvidas na água, dissociam-se em cátions e ânions, sendo que essa dissolução está relacionada com a variação de temperatura do corpo hídrico (GOMES, 2021). Gomes (2021), afirma ainda que a maioria dos sais encontrados na água são de origem antropogênica, provenientes de descargas industriais, consumo de sal nas residências e excreções da população e de animais, nisso constatamos a necessidade de redes de esgoto e estações de tratamento que contemplem toda a região.

Outros fatores que podem acarretar em impactos para a água, fauna e população local estão na alcalinidade, dureza e pH, pois “águas mais alcalinas geralmente apresentam dureza moderada ou alta, e possuem pouca quantidade de H⁺” (GOMES, 2021. p. 34), entenda-se por H⁺ o Hídron que é referente ao cátion do Hidrogênio. Os seres vivos necessitam de uma

água com pH próximo a neutralidade e alterações fora dos padrões podem acarretar em uma água com sabor desagradável, assim como ocasionar distúrbios intestinais em que vier bebê-la. Além disso, as tubulações (domésticas ou industriais), podem ficar entupidadas por causa de águas mais duras, ou ainda sofrerem lixiviação pelos elementos metálicos.

Os óleos e graxas são dificilmente encontrados em águas superficiais, mas devido à sua propriedade de serem pouco solúveis dificultam o tratamento da água. Os fenóis e demais contaminantes orgânicos são de origem industrial e podem afetar o sabor dos peixes e consequências como lesões na pele e indisposições físicas, e ainda podem apresentar toxicidade (GOMES, 2021. p. 35).

A toxicidade na água pode aumentar por causa da presença de sais na água, pois os ânions representam os sais que ali estão dissolvidos, porém existem os chamados íons metálicos que são provenientes da lixiviação dos fertilizantes e despejos de efluentes domésticos e industriais (GOMES, 2021).

Dentre dos parâmetros microbiológicos estão os coliformes, tanto totais quanto os termotolerantes. Os primeiros são bactérias encontradas “nas fezes de animais de sangue quente” (GOMES, 2021, p. 36), os segundos pertencem a um grupo de bactérias de origem exclusiva do intestino humano. O anexo XX (tabela 2) da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 traz o padrão microbiológico da água para consumo humano, exemplificando o quanto de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) e coliformes totais são toleráveis em 100 ml de água.

Tabela 2 - Quadro explicativo referente a quantidade de coliformes toleráveis na água, de acordo com a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, em seu Anexo XX.

PADRÃO MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO				
Tipo de água	Parâmetro	Valor máximo permitido		
Água para consumo humano	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 ml		
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais	Ausência em 100 ml	
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	<i>Escherichia coli</i>		Ausência em 100 ml
		Coliformes totais	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas 1 (uma) amostra, entre todas as amostras examinadas num mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	95% de ausência em amostras de 100 ml examinadas num mês

Fonte: GOMES (2021) *apud* BRASIL (2017). Adaptado pelo autor (2021).

No levantamento realizado no ano de 2020 pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE, apresentado em seu Relatório Anual de Informação ao Consumidor (tabela

3), aponta mensalmente a qualidade da água potável que é distribuída nos municípios próximos ao leito do médio curso. A referida qualidade está relacionada à presença de coliformes totais e termotolerantes, especificando a quantidade de amostras feitas em um determinado mês; quais delas estavam dentro da conformidade, mediante a Portaria já mencionada no parágrafo anterior; e a quantidade de amostras dentro da conformidade que seriam exigidas para aquela quantidade coletada no mês.

Tabela 3 - Dados do Relatório Anual de Informação ao Consumidor da CAGECE sobre a qualidade das amostras de água na rede de distribuição em 2020.

MONITORAMENTO REALIZADO MENSALMENTE PELA CAGECE DA QUALIDADE DE ÁGUA DISTRIBUÍDA NOS MUNICÍPIOS QUE INTEGRAM O MÉDIO CURSO DO CURU (2020)													
APUIARÉS													
Mês		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>Escherichia coli</i>	Nº de amostras Efetuadas	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Nº de amostras em conformidade	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Nº de amostras Exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Coliformes totais	Nº de amostras Efetuadas	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Nº de amostras em conformidade	9	9	4	7	7	7	9	10	11	11	11	11
	Nº de amostras Exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
GENERAL SAMPAIO													
<i>Escherichia coli</i>	Nº de amostras Efetuadas	11	11	7	5	5	5	5	5	5	10	10	10
	Nº de amostras em conformidade	11	11	7	5	5	5	5	5	5	10	10	10
	Nº de amostras Exigidas	10	10	10	5	5	5	5	5	5	10	10	10
Coliformes totais	Nº de amostras Efetuadas	11	11	7	5	5	5	5	5	5	10	10	10
	Nº de amostras em conformidade	11	11	5	5	5	4	4	5	5	10	10	10
	Nº de amostras Exigidas	10	10	10	5	5	5	5	5	5	10	10	10
PENTECOSTE													
<i>Escherichia coli</i>	Nº de amostras Efetuadas	34	34	24	17	17	17	14	17	17	33	33	33
	Nº de amostras em conformidade	34	34	24	17	17	17	14	17	17	33	33	33
	Nº de amostras Exigidas	33	33	33	17	17	17	17	17	17	33	33	33
Coliformes totais	Nº de amostras Efetuadas	34	34	24	17	17	17	14	17	17	33	33	33
	Nº de amostras em conformidade	34	32	24	17	17	15	11	17	17	32	33	31
	Nº de amostras Exigidas	33	33	33	17	17	17	17	17	17	33	33	33
SÃO LUÍS DO CURU													
<i>Escherichia coli</i>	Nº de amostras Efetuadas	12	12	7	4	6	6	6	6	4	11	11	11
	Nº de amostras em conformidade	12	12	7	4	6	6	6	6	4	11	11	11
	Nº de amostras Exigidas	11	11	11	6	6	6	6	6	6	11	11	11
Coliformes totais	Nº de amostras Efetuadas	12	12	7	4	6	6	6	6	4	11	11	11
	Nº de amostras em conformidade	11	12	7	4	6	6	6	6	4	10	11	11
	Nº de amostras Exigidas	11	11	11	6	6	6	6	6	6	11	11	11

Fonte: CAGECE (2021). Adaptado pelo autor (2021).

Analisando os dados, repara-se que as coletas de amostras nas quatro cidades diminuíram a partir de abril, período maior de chuvas na região, e aumentando novamente a partir de outubro que é o período mais seco (FUNCEME, 2021).

São Luís do Curu, município com uma taxa de cobertura de abastecimento de 98,67% (tabela 4), não apresentou meses com amostras abaixo da qualidade em relação à quantidade coletada, ressaltando-se que nos meses de abril e setembro foram coletadas amostras abaixo da meta.

Pentecoste, com 79,31% de cobertura de esgoto (tabela 4), teve presença considerável de coliformes totais em amostras de junho e dezembro (2 amostras das 17 com presença de coliformes, sendo que para o tamanho da população do município, o tolerável seria até 1 amostra positiva) e julho foi o pior mês tendo 3 amostras positivas entre as 14 coletadas.

General Sampaio, que tem o seu abastecimento proveniente do açude local de mesmo nome (foto 5) e a taxa de cobertura em 99,40% (tabela 4), apresentou índices desfavoráveis de coliformes totais apenas em março (2 das 7, porém com número de coletas muito abaixo do estimável para aquele mês que seria um total de 10 amostras).

Foto 5 - Açude de General Sampaio.



Fonte: Maciel (2020).

O município de General Sampaio possui uma vantagem dentre os demais em relação ao abastecimento d'água, pois conta com a presença de um açude já mencionado, mas que atualmente está com um volume de 36,22 hm³, o equivalente a 11,24% da sua capacidade. Outro açude com influência na região é o de Pentecoste que no último levantamento realizado, contava com um volume de 44,54 hm³, ou 12,37% da sua capacidade (FUNCEME & COGERH, 2021).

Apuiarés, com uma taxa de cobertura de 99,36% (tabela 4), possui os piores índices de presença de coliformes totais da região no levantamento. Entre janeiro a julho (1º semestre) foram coletadas 11 amostras em cada um dos meses, sendo janeiro e fevereiro com 2 positivas para a presença de coliformes; março foi o pior mês com 7 amostras fora do padrão de qualidade; abril a junho com números preocupantes (4 positivos); e julho repetindo o desempenho dos dois primeiros meses do ano.

No caso de Apuiarés o sistema que abastece o município provém do Açude General Sampaio e do Rio Curu (CAGECE, 2021). Segundo o Relatório Anual, a qualidade da água dos mananciais que abastecem o sistema de Apuiarés é apropriada segundo os padrões de potabilidade, afirmam ainda que a Companhia pesquisa regularmente a presença de substâncias tóxicas para assegurar a sua potabilidade após o tratamento da água bruta nas ETAs.

Os dados citados em relação aos volumes dos açudes da região, mencionados anteriormente, referem-se a números atualizados em 06/08/2021 pelo Portal Hidrológico do Ceará³. Este é o período em que o Estado do Ceará inicia a denominada “estação seca”: momento entre agosto e dezembro em que os índices pluviométricos ficam escassos (gráfico 1). Sendo necessário neste momento uma maior atenção para a disponibilidade hídrica na região, no qual o cuidado com os recursos hídricos é extremamente importante.

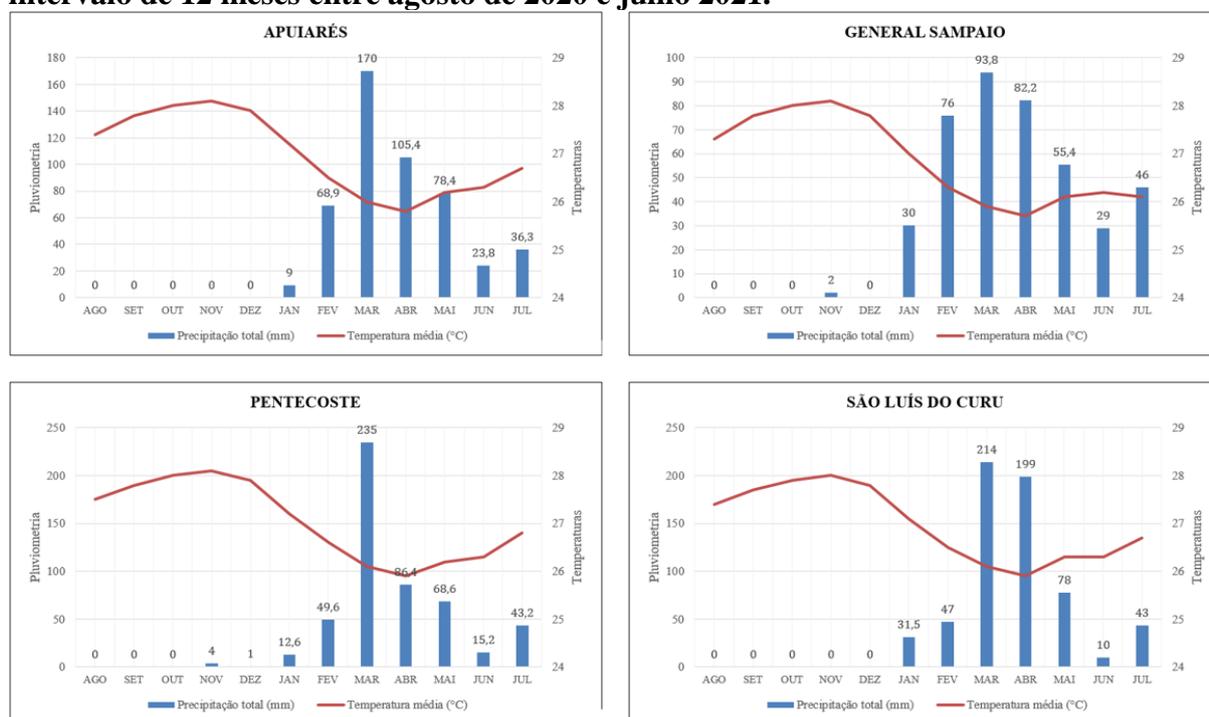
³ CEARÁ, Portal Hidrológico do. Nível diário por reservatório. Disponível em: <<http://funceme.br/hidro-ce-app/reservatorios/volume>> Acesso em: 07.ago.2021 - 14:06.

Tabela 4 - Dados gerais sobre o abastecimento d'água na região, levando em consideração o levantamento mais recente publicado

DADOS RELACIONADOS AO ABASTECIMENTO D'ÁGUA					
Município	Extensão da rede de distribuição de água (m)	Ligações ativas de água	Ligações reais de água	Taxa de cobertura do serviço de abastecimento de água - Urbana (%)	Volume produzido de água (m ³)
	2020	2020	2020	2020	2020
Apuiarés	24.996	2.348	2.534	98,36	322.441
General Sampaio	12.548	1.436	1.596	99,40	232.968,14
Pentecoste	65.890	8.056	8.541	99,62	1.223.714
São Luís do Curu	28.521	2.396	2.753	98,67	324.720

Fonte: IPECE (2020) *apud* CAGECE e SEINFRA (2020). Adaptado pelo autor (2021).

Gráfico 1 - Climograma dos quatro municípios objetos de recorte espacial, usando o intervalo de 12 meses entre agosto de 2020 e julho de 2021.



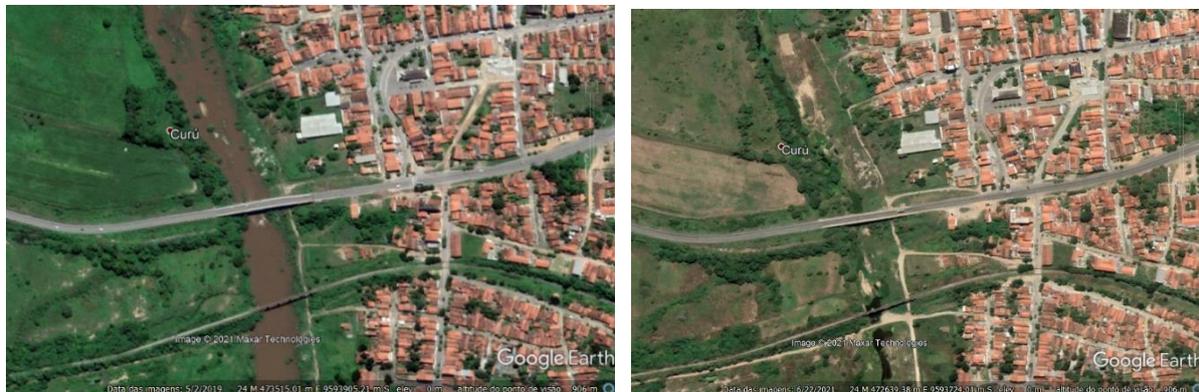
Fonte: FUNCEME (2021). Elaborado pelo autor (2021).

O motivo desta ausência de precipitação na região entre agosto e dezembro corresponde a falta de um sistema meteorológico influente sobre o estado do Ceará durante esses meses (como é a ZCIT na primeira metade do ano), ocorrendo uma ou outra instabilidade atmosférica isolada, mas que não impacta tanto na perenização no médio curso do rio ou no aumento do volume dos reservatórios próximos.

O comparativo a seguir (figuras 6 e 7) expõem duas situações num mesmo ponto do Rio Curu (próximo ao Centro de São Luís do Curu, na altura da ponte na BR-222 sobre o

rio): uma datada de maio de 2019, dentro do período da quadra chuvosa, e a outra em junho de 2021 ao fim da estação, mostrando a situação referente a perenização temporária do leito associada a pluviometria local.

Figuras 6 e 7 - Comparativo entre dois períodos num mesmo ponto do município de São Luís do Curu: a esquerda maio de 2019 e a direita junho de 2021.



Fonte: Google Earth (2021).

Observa-se o quanto pode ser rápida a escassez hídrica nessa região num curto espaço de meses ou anos. O adensamento populacional crescente exibido no primeiro gráfico desta discussão, acarreta numa maior demanda hídrica e outros impactos na região, destaca-se entre estes impactos o assoreamento do leito, desmatamento da mata ciliar e ocupação irregular próxima às margens.

6.2 Cobertura de esgoto

Conforme citado no tópico anterior, a Bacia Hidrográfica do Curu tem sua relevância por ser a terceira maior bacia do Estado, possuir um perímetro irrigado, dentre outras questões que provocam um adensamento populacional considerável. O desenvolvimento de perímetros urbanos às margens do curso fluvial, requer uma melhoria na infraestrutura tanto em benefícios das populações, quanto na proteção dos recursos ali presentes.

A preocupação com saneamento, ao longo da história, esteve quase sempre relacionada à transmissão de doenças. Entretanto, o crescimento acelerado da população mundial e do parque industrial, o consumo excessivo, o consequente aumento na produção de resíduos e o descarte irresponsável desses resíduos no meio ambiente têm levado a uma preocupação mais abrangente: a escassez dos recursos naturais. (RIBEIRO & ROOKE, 2010, p. II).

O sistema de esgoto sanitário abrange um compilado de obras com o intuito de coletar, transportar e tratar as águas provenientes de resíduos, numa forma adequada do ponto de vista das melhores práticas sanitárias e ambientais.

Um dos problemas abordados em dados coletados de portais como o InfoSanbas, IPECE e IBGE sobre taxa de cobertura de esgoto em zonas urbanas é que existe, nos cinco municípios cortados pelo médio curso (parte de São Gonçalo, São Luís do Curu, Pentecoste, Apuiarés e General Sampaio), uma baixa taxa de ligações reais ao sistema de esgoto da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e, por sua vez, um descarte irregular de dejetos, alguns indo para fossas rudimentares, vias públicas, rios e córregos, ou simplesmente, domicílios que não possuem sequer banheiro (tabela 5).

A única região com uma taxa de cobertura acima de 50% foi um distrito de São Gonçalo do Amarante (Cágado) que é a localidade onde inicia-se o médio curso do Rio Curu. Dois municípios possuem uma taxa relativamente baixa, em torno de 30% (Apuiarés e Pentecoste) e outras duas taxas preocupantes em torno de 10% que são General Sampaio e São Luís do Curu (tabela 5).

Tabela 5 - Taxa de cobertura geral de esgoto pela CAGECE e a porcentagem correspondente a destinação incorreta ou mesmo ausente em cada município/localidade.

MUNICÍPIO/LOCALIDADE	POPULAÇÃO ESTIMATIVA 2020/2021 (IBGE/IPECE)	TAXA DE COBERTURA GERAL (CAGECE, 2019)	DESTINAÇÃO INADEQUADA/AUSENTE (IBGE/INFOSANBAS)
SÃO GONÇALO DO AMARANTE (CÁGADO)	1.981	54,60%	45,93%
SÃO LUÍS DO CURU	13.044	11,90%	88,10%
PENTECOSTE	37.900	38,05%	61,95%
APUIARÉS	14.672	38,57%	61,43%
GENERAL SAMPAIO	7.694	3,55%	96,45%

Fonte: CAGECE (2019), IPECE (2021), IBGE (2020) e Infosanbas (2010). Elaborado pelo autor (2021).

A importância de um sistema de esgotos eficiente, auxilia na impossibilidade do contato de dejetos humanos com a população, com as águas de abastecimento, recursos naturais, com vetores de doenças e alimentos (RIBEIRO & ROOKE, 2010).

Embora o foco seja apenas no médio curso, tratando-se principalmente de quatro municípios, segundo Barros (1995), no planejamento de estratégias para controle de poluição da água, “é fundamental que se considere a bacia hidrográfica como um todo a fim de se obter uma maior eficiência na realização dessas atividades” (p. 21).

O trabalho de Ribeiro & Rooke (2010) traz uma relação (tabela 6) sobre determinados tipos de poluentes, suas origens e consequências para as redes de esgotos de alguns centros urbanos, cabendo a nós imaginarmos estas consequências para cursos hídricos que em determinadas vezes é o destino desse esgoto, quando não há estações de tratamento ou fossas sépticas.

O esgoto a céu aberto (fotos 8 e 9) atrai insetos e outros animais transmissores de doenças (hepatite A, diarreia, disenteria bacteriana, leptospirose, febre tifoide entre outras (TERA, 2013), bem como na decomposição de substâncias, há a emissão de toxicidades que podem afetar os seres humanos ao inalar o odor inevitável ou tendo contato direto com os dejetos em períodos de chuva.

Devido aos problemas sanitários das diversas bacias, às temperaturas elevadas e à diminuição da quantidade dos corpos hídricos no segundo semestre de cada ano – aliado à deposição de dejetos e aos hábitos da população – as chances de surgimento de enfermidades vinculadas à água exigem maiores cuidados pelas autoridades competentes. Além dos problemas de saúde humana, a contaminação das águas afeta a qualidade e a diversidade biológica, enquanto a atividade pesqueira fica comprometida e os usos das águas voltados às atividades recreativas e turísticas são afetadas negativamente. (NASCIMENTO, 2012, p. 102).

Além do esgoto não tratado afetar a qualidade da água dos cursos hídricos e causar doenças na população, pode acarretar também na contaminação do solo e do lençol freático, sendo mais ainda prejudicial para a população que necessita recolher água de poços e para agricultura local (PEIXOTO, 2019).

Fotos 8 e 9 (na ordem) - descartes irregulares de esgoto doméstico nos municípios de Apuiarés e General Sampaio respectivamente.



Fonte: Google Street View (2020).

Dentre as principais técnicas existentes estão a implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários e industriais; controle dos focos de erosão e recuperação de rios visando o retorno ao seu equilíbrio dinâmico, através da restauração de suas condições naturais.

Tabela 6 - Relação dos tipos de poluentes e suas consequências na rede de esgoto.

CONSEQUÊNCIAS DA PRESENÇA DE POLUENTES EM ESGOTOS (POR RIBEIRO & ROOKE, 2010)			
Poluentes	Parâmetros de caracterização	Tipos de efluentes	Consequências
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Domésticos e industriais	Problemas estéticos, depósitos de lodo, adsorção de poluentes e proteção de patogênicos
Sólidos flutuantes	Óleos e graxas	Domésticos e industriais	Problemas estéticos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Domésticos e industriais	Consumo de oxigênio, mortandade de peixes e condições sépticas
Patogênicos	Coliformes	Domésticos	Doenças e veiculação hídrica
Nutrientes	Nitrogênio e fósforo	Domésticos e industriais	Crescimento excessivo de algas, toxicidade aos peixes e doença em recém-nascidos (nitratos)
Compostos não biodegradáveis	Pesticidas, detergentes e outros	Industriais e agrícolas	Toxicidade e espumas, redução de transferência de oxigênio, não biodegradabilidade e maus odores
Metais pesados	Elementos específicos (ex: arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, zinco, etc)	Industriais	Toxicidade Inibição do tratamento biológico dos esgotos, problemas de disposição do lodo na agricultura e contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais e condutividade elétrica	Reutilizados	Salinidade excessiva - prejuízo às plantações (irrigação), toxicidade a plantas (alguns íons) e problemas de permeabilidade do solo (sódio)

Fonte: Ribeiro & Rooke (2010) *apud* Barros et al (1995). Adaptado pelo autor (2021).

6.3 Coleta de lixo

Existe uma confusão muito comum em associar resíduos sólidos com rejeitos, porém há diferenças. Conforme a EMBRAPA (2006), o lixo é uma mistura de resíduos e rejeitos, sendo o primeiro a parcela reciclável que já fez parte, ou não, de um processo produtivo e que naquele momento não há aproveitamento, mas que ainda possui uma potencial utilização para outras formas de produção ou para terceiros. Já o segundo, abrange tudo aquilo que é inaproveitável, não possui valor algum e nem é passível de reciclagem, restando apenas a sua deposição final.

A Norma Brasileira – NBR 10004/2004 divide os resíduos em: sólidos e semissólidos, resultantes das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Portanto, a classificação dos resíduos segundo a norma estão em: resíduos classe I (perigosos); resíduos classe II (não perigosos), este último subdividido em: resíduos classe II A (não inertes) e resíduos classe II B (inertes), SEMA (2015).

Ainda dentro dessa classificação, os resíduos classe I são definidos desta forma pela sua inflamabilidade; corrosividade; reatividade violenta com outros componentes como a água; toxicidade; e patogenicidade. A segunda classe, dos não perigosos e subdivididos em A e B, são definidos por terem propriedades biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (não inertes); e nas situações em que qualquer amostra desse resíduo, submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada em temperatura ambiente “não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se o aspecto cor, turbidez, dureza e sabor” (SEMA, 2015, p. 39).

A tabela 7 traz um levantamento realizado pela Assembleia Legislativa do Ceará - ALCE, divulgado em 2020 e baseado em dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Ceará - SEMA, sobre a disposição final e situação dos catadores de materiais recicláveis na região da Bacia Hidrográfica do Curu. Destacando os municípios do recorte espacial da pesquisa, constatamos que a presença de lixões ainda é grande, havendo municípios com pouca população, mas que chegam a possuir até 3 lixões, como o caso de São Luís do Curu sem possuir qualquer cooperativa de reciclagem. Apenas General Sampaio possui um programa de coleta seletiva. Outro agravante é a queima de lixo que é registrada na mesma pesquisa em São Luís e General Sampaio.

A questão do lixo é um grande problema na região, visto que não existem em nenhuma das cidades aterros sanitários e ainda há uma presença considerável de lixões a céu aberto. Ainda de acordo com a tabela 7, outro município que requer atenção é o de Pentecoste, o mais populoso da região, conta com a presença de um lixão, porém com ausência de qualquer programa de coleta seletiva.

Tabela 7 - Disposição final e situação de catadores de materiais recicláveis na Bacia do Curu com destaque para os municípios que compõem a região objeto de estudo.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU							
MUNICÍPIOS	Disposição Final			Situação geral dos Catadores			
	Quantidade de Lixões	Queima de Resíduos	Presença de Catadores	Cadastro de Catadores	Organização de Catadores	Coleta Seletiva	Trabalho social com catadores
Apuiarés	2	-	-	Não	Não	Não	Não
Canindé	3	Sim	Sim	Não	Não	Não	-
Caridade	2	Sim	Não	Não	Não	Não	-
General Sampaio	1	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não
Irauçuba	2	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Itapajé	1	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Itatira	1	Sim	Não	Sim	Não	Sim	-
Paracuru	3	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Paraipaba	1	Não	Sim	Não	Não	Não	Não
Paramoti	1	Não	Não	Sim	Não	Não	-
Pentecoste	1	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não
São Gonçalo do Amarante	3	Não	Sim	Sim	Sim	Não	Não
São Luís do Curu	3	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Tejuçuoca	1	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Umirim	3	-	-	Não	Não	Não	Não

Fonte: Assembleia Legislativa do Ceará (2020). Adaptado pelo autor (2021).

Cabe destacar que ainda nos dados levantados pela ALCE em 2020, averiguou-se que o município de Apuiarés conta com a presença de 2 lixões e contando apenas com 38,57% de cobertura de esgoto no município (tabela 5), podendo ser estes fatores preponderantes para os altos números de amostras de água fora dos padrões de qualidade no levantamento realizado pela CAGECE em 2020 (tabela 3). Aferiu-se também que no período da quadra chuvosa na região, em que o escoamento superficial na região é mais intenso, o número de amostras contaminadas foram maiores, sendo este um outro motivo para a contaminação mais rápida dos mananciais de água.

A ocupação desenfreada muito próxima ao leito, motiva este agravante da poluição no rio por meio do descarte incorreto de lixo (foto 10), colocando em risco à saúde da população, pois estes resíduos liberam determinados componentes químicos, a exemplo dos metais pesados, que em contato com a água, podem chegar até o organismo de pessoas e animais, desencadeando doenças no sistema nervoso central, no sistema hepático, renal, esquelético e gastrointestinais (SILVA et al. 2018).

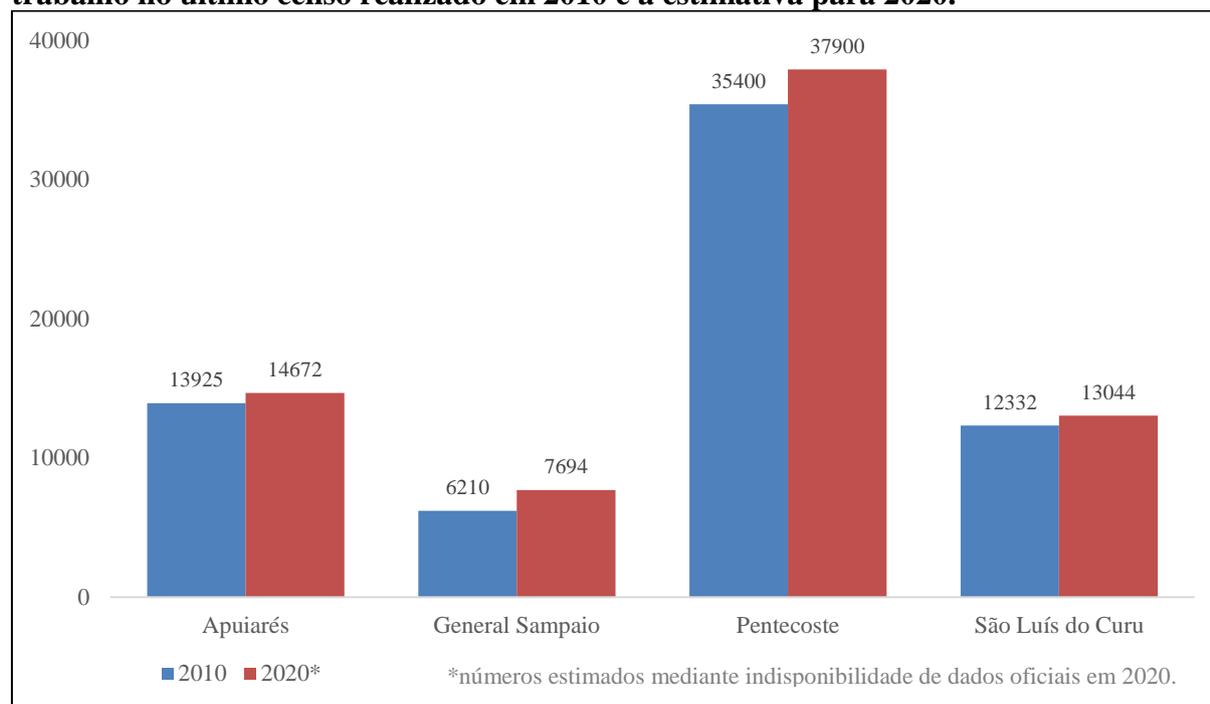
Foto 10 - Lixo descartado de forma irregular nas proximidades do Rio Curu em São Luís do Curu.



Fonte: Google Street View (2021).

O somatório populacional dos municípios cortados pelo médio curso do Rio Curu teve um acréscimo estimado em 5.443 habitantes nos últimos 10 anos, em torno de 8% em uma década, segundo dados apurados através do IPECEDATA em 2021. O gráfico 2 expõe o crescimento estimado que cada município objeto de estudo teve nos últimos 10 anos. Apuiarés, Pentecoste e São Luís do Curu tiveram aumentos pouco consideráveis (respectivamente 5,3%, 7,06% e 5,77% comparado ao levantamento de 2010), o destaque deu-se para General Sampaio, com um crescimento estimado em 23,8% em uma década e em números absolutos para o município que já era o mais populoso da região (Pentecoste) com estimados 2500 habitantes a mais (IPECE, 2021).

Gráfico 2 - Comparativo entre as populações de cada município do recorte espacial deste trabalho no último censo realizado em 2010 e a estimativa para 2020.



Fonte: IPECE (2021) *apud* IBGE (2010). Elaborado pelo autor (2021).

Outro problema causado pela falta de saneamento adequado e descarte irregular de lixo, são as arboviroses: “doenças causadas por artrópodes. Dentre eles, o mosquito *Aedes aegypti*, vetor responsável pela transmissão da Dengue, Zika e febre Chikungunya” (SESA, 2021).

Estas patologias já foram um grande problema em anos anteriores deste século no Ceará, havendo uma diminuição no último ano, porém em um período ao qual as atenções dos órgãos de saúde voltaram-se para a pandemia de Covid-19 (SESA, 2021). No ano de 2020 foram notificados pela Secretaria Estadual de Saúde, um total de 75 casos de arboviroses na região do estudo, os dados foram levantados através da plataforma IntegraSUS do Governo do Estado do Ceará. O Destaque maior se dá para Pentecoste com 35 notificações, este município conta com a maior população: 37.900 (IPECE, 2021), porém com uma taxa de cobertura de esgoto de apenas 38,05% (tabela 5).

Em relação a coleta de lixo de cada um dos municípios objetos de estudo, os dados estão defasados, o último levantamento foi em 2010 realizado pelo IPECE, com base no Censo Demográfico feito naquele ano pelo IBGE. Constata-se apenas que pouco mais da metade da população é contemplada com o serviço de coleta de lixo em todos os municípios da área, sendo

a maior deles General Sampaio (74,11%) e a pior, Apuiarés (50,45%) o que ainda explica a presença de lixões nestas cidades (foto 11).

Foto 11 - Porcos se alimentam de rejeitos no lixão de Apuiarés.



Fonte: Diário do Nordeste (2020).

Esse descarte irregular de lixo faz com que muito facilmente os resíduos cheguem aos canais fluviais, sendo transportados pelo escoamento superficial das águas no período chuvoso, pela ação do vento e até mesmo pelo criminoso descarte direto nas margens do rio pela população.

Quando o lixo entra em contato com o curso hídrico, contamina a água utilizada para consumo humano e de outros animais, gerando desequilíbrio ambiental e ocasionando um enorme prejuízo para a comunidade aquática e adoecendo a população (LARA, 2018).

A contaminação da água por diversos fatores fez do recurso hídrico o principal vetor de contaminação por Hepatite A no Ceará entre 2019 e 2020 (dados da SESA divulgados no fim do ano passado⁴). Ainda no mesmo estudo, no recorte temporal de 2007 a 2020, a Região de Planejamento que agrupa os municípios deste estudo (Litoral Leste), registrou 58,2 % de casos somente de Hepatite A se comparada as demais hepatites virais, ou seja, mais da metade das notificações, porém estes números vêm melhorando nos últimos anos. Em 2019, entre as quatro cidades estudadas, apenas Pentecoste e São Luís do Curu apresentaram casos positivos de hepatite (2 casos em cada), números baixos podem ser explicados pelas positivas taxas de abastecimento de água tratada contemplando os municípios objetos da pesquisa (tabela 4).

⁴ Boletim Epidemiológico | Hepatites Virais Nº 01 - 13/07/2020. Disponível em: <https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/boletim_hepatite_13_07_2020.pdf> Acesso em: 11.ago.2021.

A partir de 2016 o Estado do Ceará passou a ter a sua gestão de resíduos sólidos regionalizada pela lei nº 10.032/2016. Com essa mudança no modelo de gestão, o Governo do Estado, através da SEMA, elaborou os Planos de Coletas Seletivas.

Os municípios contemplados com a entrega dos Planos de Coletas Seletivas Múltiplas lotaram em suas Câmaras Municipais o projeto de lei para a criação dos Consórcios Públicos de Manejo de Resíduos Sólidos, ratificando-os através de lei municipal, conforme determina a Lei Federal de Consórcios nº 11.107/2005, regulamentada pelo decreto nº 6.017/2007, de 17 de janeiro de 2007. (CEARÁ, 2020, p. 43).

Instituída em 2010, a Lei nº 12.305 que trata da PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos), traz diretrizes importantes para o manejo adequado dos resíduos sólidos, enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes da destinação incorreta do lixo. A PNRS era otimista e previa a redução na geração de resíduos e destinação correta dos rejeitos, em até quatro anos, tendo algumas prorrogações ao longo da última década.

Em seu artigo 54 afirma “a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos [...] deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos a partir de 2 de agosto de 2014 após a data de publicação desta lei.” O prazo foi prorrogado para 2018 para as regiões metropolitanas e capitais, 2020 para municípios de 50 a 100 mil habitantes, e para 2021 os municípios com população inferior a 50 mil habitantes (SILVA et al. 2018, p. 2).

Recentemente, o Senado Federal aprovou o Marco Regulatório do Saneamento Básico. Em seu texto há a prorrogação para o fim dos lixões (até 2021 para capitais e regiões metropolitanas e 2024 para municípios menores de 50 mil habitantes, como são os casos dos municípios do recorte deste estudo), e modifica os contratos entre municípios e companhias de água e esgoto, até o presente momento estas companhias tinham que obedecer certos critérios de prestação e tarifação do serviço, mas poderiam fechar o contrato com os municípios sem concorrência.

A nova legislação modifica os contratos, transformando-os em concessões com empresas privadas que possam se interessar em assumir a estatal. Outro ponto é a obrigatoriedade do poder público em abrir editais de licitações para obras envolvendo saneamento e distribuição de água que envolvam tanto as empresas públicas, quanto as estatais. Mais um objetivo do novo marco é o comprometimento das concessionárias em garantir a cobertura de 90% para coleta de esgoto até o fim de 2033 em suas áreas de atuação⁵.

⁵ Senado Notícias: Senado aprova novo marco legal do saneamento básico. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/06/24/senado-aprova-novo-marco-legal-do-saneamento-basico>> acesso em 11.mai.2021 - 22:30.

Mostra-se, portanto, a necessidade urgente do fim dos lixões abertos e a realização de obras de saneamento que aumentem a taxa de cobertura de esgoto, pondo fim às ligações clandestinas ou inexistentes de descarte de rejeitos.

6.4 Assoreamento

O recobrimento vegetal é importante para solos, principalmente se tratando dos solos rasos do Ceará, no que diz respeito à proteção destes ambientes mediante a erosão. A prática extrativista desencadeia um processo de degradação, entre eles a desertificação. Com a perda da cobertura vegetal o escoamento superficial é modificado e intensificado, o transporte de sedimentos pelo escoamento desenfreado vira um impulsionador do processo de assoreamento do leito de rios e reservatórios (SANTOS et al. 2000).

O assoreamento é um fenômeno que ocorre em rios que sofrem processos erosivos causados pelo homem ou pela natureza. Os principais causadores são as chuvas, o vento, as mudanças químicas, as alterações na disposição do solo e das rochas e o acúmulo de lixo e de grandes quantidades de entulho e detritos, que, na falta das matas ciliares acabam indo parar no fundo do rio (CBHSF, 2014).

Atividades como agricultura irregular, desmatamento da mata ciliar, poluição na margem do rio (lavagem de carros, motos e animais) também contribuem com o assoreamento no rio e perda da qualidade de sua água (CEARÁ, 2009).

O desmatamento da Mata Ciliar, ao longo de todo o curso do rio Curu e de seus principais tributários, causa problemas referentes à sedimentação e conseqüente assoreamento do leito dos rios. Uma vez no rio, os sedimentos funcionam como fonte de energia e causam a turbidez da água e a redução do fluxo hídrico e da entrada de luz no meio aquático com conseqüente redução da produção fotossintética, resultando na diminuição da biodiversidade (GORAYEB, 2004).

Algumas atividades agrícolas foram identificadas nos municípios do recorte espacial estudado, entre elas a agricultura de subsistência e de produção, irrigada em apenas dois municípios: Pentecoste e São Luís do Curu (GORAYEB, 2004). O extrativismo vegetal foi identificado em todos os municípios (tabela 9), em destaque para a Carnaúba na fabricação de cera e uso da palha, e a produção de carvão vegetal (tabela 8).

Tabela 8 - Dados retirados do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) referentes às produções de extração vegetal no último levantamento realizado em 2019.

Município do recorte	Carnaúba (cera) toneladas	Carnaúba (pó) toneladas	Carnaúba (palha) toneladas	Carvão vegetal toneladas	Lenha m ³
Apuiarés	-	2	1	54	5540
General Sampaio	-	-	-	610	2985
Pentecoste	-	1	-	88	4220
São Luís do Curu	-	-	-	1	-

Fonte: IBGE (2019). Adaptado pelo autor (2021).

Tabela 9 - Uso e ocupação do solo nos municípios do recorte espacial

MUNICÍPIOS	Extrativismo Vegetal	Agricultura de Subsistência	Agricultura de Produção	Agricultura Irrigada	Extração de Areia
Apuiarés	X	X	X		
General Sampaio	X	X	X		
Pentecoste	X	X	X	X	X
São Luís do Curu	X	X	X	X	X

Fonte: GOMES 2021 *apud* GORAYEB 2004. Adaptado pelo autor (2021).

A falta de uma destinação adequada do esgoto também impacta neste assoreamento, pois o lançamento de rejeitos diretamente no rio, ocasiona em um acúmulo direto de matéria orgânica no leito do rio, ou mesmo, a incidência de eutrofização da água que posteriormente o material orgânico, fruto dessa eutrofização, decantará no fundo dos corpos hídricos.

Quanto aos problemas ambientais, pode-se dizer que o lançamento de esgoto nos corpos hídricos gera degradação da qualidade das águas, causando danos aos ecossistemas aquático e do entorno e provocando contaminação e morte de espécies animais e vegetais, além de gerar a deterioração da qualidade do ar. Nesse contexto, a questão socioeconômica também é afetada, pois as áreas onde são lançadas as águas residuárias, principalmente os corpos lânticos, são menos valorizadas tanto para a prática de esportes aquáticos, como para a pesca, para o lazer e para o turismo. Por conseguinte, é essencial para a saúde pública e ambiental o tratamento adequado das águas servidas, com o fim de evitar a transmissão de doenças e minimizar os impactos ambientais no meio natural (GORAYEB et al. 2006).

Outro problema que o assoreamento pode ocasionar é a mudança do curso do rio, a água do rio, ao encontrar tantos obstáculos, desvia-se e pode atingir espaços onde antes não existiam cursos d'água, incluindo ruas e casas, causando, portanto, as enchentes urbanas. No caso do Rio Curu isto é intensificado pelo formato no médio curso que é anastomosado, criando bancos de sedimento (foto 12) ao longo do leito (PENA, 2021).

Foto 12 - Talvegue do Rio Curu no período seco, destaque para o acúmulo de sedimentos ao longo do rio.



Fonte: Barroso (2020).

A disponibilidade hídrica também é afetada pelo processo de assoreamento dos leitos de rios e reservatórios. Quando a mata ciliar dos cursos hídricos ou cobertura vegetal da região é retirada este processo de assoreamento intensifica-se. As principais causas são a perda de biodiversidade pelo aumento da turbidez da água, dificultando a entrada de luz solar na água, impedindo a produção fotossintética e disponibilidade de oxigênio naquele ecossistema, podendo até causar mortandade de peixes.

Essa perda de vida aquática, em especial de peixes, impactará diretamente numa importante fonte de renda ou de subsistência para pequenos pescadores, principalmente da zona rural, que necessitam do rio ou dos reservatórios para realizar a atividade e levar alimento para seus respectivos lares, ou mesmo obter uma renda extra através da pesca.

Retornando para a questão do abastecimento d'água na região, os dados divulgados pela Cagece em 2020, exibem índices bem animadores, todos os quatro municípios objetos de estudo possuem taxa de cobertura acima de 98%. Num período de pandemia, com um vírus muito propagador e bastante letal, seria contraditório que os órgãos competentes pedissem para que a população lavasse as mãos, cuidasse redobradamente da higiene pessoal e dos ambientes, se o Estado não garantir água devidamente tratada nas redes de distribuições locais, contemplando quase a totalidade da população.

7. PROPOSTAS PARA A REGIÃO DO MÉDIO CURSO DA BACIA

Assim como foi descrito nos objetivos do presente trabalho, alternativas serão propostas para mitigar estes possíveis danos ao médio curso do Rio Curu, elencando soluções para cada um dos problemas apresentados, iniciando pelo problema do lixo produzido.

Uma publicação recente da Agência Senado, datada de 7 de junho de 2021, alerta para a alta produção de lixo no Brasil e a necessidade de ações coordenadas entre governos e cooperativas de catadores⁶. Esta é uma das propostas levantadas nesta discussão, pois dentre os municípios da área de estudo apenas Pentecoste conta com organizações de catadores, porém com a ausência de programas de coletas seletivas (tabela 7).

No Nordeste inteiro mais da metade dos municípios já contam com iniciativas de coleta seletiva, em torno de 54,5% em 2019 (ABRELPE, 2019 *apud* SENADO, 2021). Mas na região de estudo, o cenário é diferente: na tabela 7, observamos que segundo o levantamento da ALCE, projetos de coleta seletiva existem apenas em General Sampaio sendo criado pelo Decreto Municipal Nº 013/2017.

Estas iniciativas são muito importantes, num cenário em que se produz cada vez mais lixo nos centros urbanos e que se fala bastante em desenvolvimento sustentável, mediante previsões em relação às catástrofes climáticas decorrentes do aquecimento global que são cada vez mais preocupantes. A necessidade em reaproveitar materiais de plástico, papel, alumínio, entre outros, dar-se num momento em que o planeta já atravessa um grande estresse na exploração de seus recursos naturais (petróleo, madeira, consumo de energia para transformação de matérias primas, etc.), afetando o clima e diminuindo a sua disponibilidade.

Garrafas PETs de refrigerante ou água, embalagens de plásticos, sacolas e outros materiais feitos a partir do petróleo, havendo um reaproveitamento desses materiais que rapidamente tornam-se descartáveis, diminuirá a necessidade de mais extração de petróleo para a fabricação de polímeros e polietileno, em um cenário internacional ao qual as nações há muitas décadas já estão em conflito por conta deste recurso. O mesmo vale para a reciclagem de alumínio que diminuirá a demanda na extração de bauxita que gera resíduos danosos aos ecossistemas, assim como o reaproveitamento de papel, proveniente das árvores, em que o seu

⁶ SENADO, Agência. Aumento da produção de lixo no Brasil requer atenção coordenada entre governos e cooperativas de catadores. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores>>. Acesso em: 13 ago. 2021 - 22:01.

reaproveitamento pode acarretar na diminuição da derrubada de hectares e mais hectares de matas nativas, afetando as condições climáticas na região.

Discorreu-se neste trabalho sobre as doenças disseminadas pela exposição de lixo no meio ambiente, a necessidade de pôr fim aos lixões e substituí-los pelos aterros sanitários que, por exemplo, seria uma prática menos danosa ao meio ambiente em relação a disposição principalmente de lixo orgânico. Porém, construir um aterro para atender apenas uma cidade de pouco menos de dez mil habitantes como General Sampaio, financeiramente, seria inviável.

A proposta apresentada neste trabalho seria a formação de um consórcio entre os municípios, assim como já acontece na RMF, através de uma PPP (parceria público-privada) entre Governo do Estado, municípios e uma empresa especializada nessa gestão de resíduos sólidos, ao qual seja construída uma grande estrutura bem localizada - longe de cursos hídricos - e que possa atender de maneira eficaz o máximo de municípios na região.

Outro incremento que poderia ser adotado seria os programas de coletas seletivas em conjunto com indústrias de reciclagem. Em Apuiarés e General Sampaio foram identificados pontos da Ecoenel (antiga Ecoelce) que são locais de recebimento de resíduos sólidos recicláveis em troca de descontos nas contas de energia elétrica. Esta é uma iniciativa interessante, porém pouco divulgada e não contempla a maioria das cidades do interior do Estado.⁷

Na questão do esgoto, o Marco Regulatório do Saneamento Básico aprovado no ano de 2021, obriga o poder público de abrir editais de licitações para obras de saneamento e garantir a cobertura de 90% para coleta de esgoto até o fim de 2033 em suas áreas de atuação (SENADO, 2021).

Muitas residências não regularizam seu sistema de esgoto sanitário no intuito de fugir das tarifas cobradas pela companhia estatal. Devemos ter a consciência que certas famílias realmente não podem pagar por isso, então para solucionar este problema, uma proposta seria isentar residências usando o critério da renda familiar mensal (baixa renda) ou pela região em que estão inseridas estas moradias (regiões carentes).

Para cobrir o possível prejuízo que o poder público possa vir a ter, percentuais deste valor seriam transferidos para tarifas de grandes residências que consomem muita água, empresas e indústrias, pois estes teriam melhores condições de pagarem um pouco mais, numa

⁷ Eco Nordeste: Com 11 dos 184 municípios servidos por aterros sanitários, CE ainda tem muito a avançar. Disponível em: <<https://agenciaeconordeste.com.br/com-11-dos-184-municipios-servidos-por-aterros-sanitarios-ce-ainda-tem-muito-a-avancar/>>

espécie de subsídio cruzado, deixando claramente os dados transparentes em portais oficiais dos órgãos públicos na *Internet*, onde a população saberia o quanto está sendo arrecadado e investido no saneamento de todas as localidades, bem como os seus efeitos.

De nada adianta uma cobertura total de esgoto nestes municípios sem que haja um destino para o tratamento. Para isto é fundamental investir em ETEs (Estações de Tratamento de Esgotos) que atenda a cada ou interligue o máximo de municípios na região. Uma ETE é importante pois funciona a partir de ligações individuais em cada residência, ao qual os rejeitos são bombeados para os coletores-tronco, estes conduzem o material até a estação de tratamento; a água com os rejeitos passa por várias etapas para ser despoluída e poder retornar da forma mais adequada ao meio ambiente, podendo ser novamente captada, tratada e abastecer os municípios (CAGECE, 2021).

Encerra-se este conjunto de propostas no que acerca ao problema do assoreamento, pois caberia ao poder público a tarefa de limitar e fiscalizar áreas próximas ao rio, no intuito de combater o desmatamento da mata ciliar e ocupações próximas às margens, além de realizar campanhas educativas desde as escolas até mesmo em reuniões públicas com toda sociedade. Arelada a isto, a produção de materiais e sua divulgação em veículos de comunicação em circulação nos municípios (*Internet* e rádios locais), alertando sobre os riscos acarretados pelo assoreamento de canais fluviais e reservatórios da região que prejudica toda uma cadeia produtiva da região e direcionando a população a como colaborar.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Rio Curu é uma preciosidade que precisa mais do que nunca de atenção, tanto do poder público quanto da população local. O recurso natural vem sendo degradado, mediante do aumento populacional que estressa a demanda hídrica, esgotamento sanitário, aumentando a geração de lixo, ocupação desordenada e atrelada ao desmatamento para fins de extração e agricultura que agravam o processo de assoreamento do canal principal.

Ficou evidenciada que a região é carente de práticas sustentáveis e políticas de manejo que visam reduzir os impactos sobre os canais fluviais desta bacia hidrográfica densamente ocupada. A presença de um perímetro irrigado, o histórico em ter sido a primeira bacia a contar com um comitê, além da proximidade com a Região Metropolitana de Fortaleza e Porto do Pecém, expõe a sua importância e faz com que seja urgente a adoção de ações em benefício da sustentabilidade no local e de forma integrada entre os municípios.

Através dos índices pluviométricos e dos níveis dos principais reservatórios da região, demonstra que a disponibilidade hídrica local não é tão grande, assim como em grande parte do Ceará, em chove de forma considerável nos primeiros meses do ano, perenizam-se os canais fluviais da região, mas antes mesmo da próxima quadra chuvosa, os canais secam e restando aos reservatórios atender toda a demanda dos municípios que compõem o Médio Curu.

Em relação a questão do abastecimento d'água na região, os dados divulgados pela Cagece em 2020, apresentam índices bem animadores, todos os quatro municípios objetos de estudo possuem taxa de cobertura acima de 98%. Num período de pandemia, com um vírus muito propagador e bastante letal, seria contraditório que os órgãos competentes orientassem a população a lavar as mãos, cuidar redobradamente da higiene pessoal e dos ambientes, se o Estado não garantisse água devidamente tratada nas redes de distribuições locais, contemplando praticamente a totalidade da população.

Ficou constatada que a ausência de saneamento básico em perímetros urbanos acarreta em uma série de doenças, a exemplo das arboviroses (Dengue, Zika Vírus e Chikungunya), Hepatite A, doenças gastrointestinais, febre tifoide entre outras. Alguns índices disponibilizados pela SESA, ajudaram a compreender a correlação entre a ausência do serviço de esgotamento sanitário que contemple amplamente os municípios que integram a região, com os números de habitantes acometidos ao longo dos dois últimos anos por arboviroses, assim como o levantamento de pessoas contaminadas por Hepatite A ao longo da última década na

região do Vale do Curu. Vale ressaltar que os dados em relação a febre tifoide não foram identificados nos levantamentos, não sendo, portanto, apresentados nos resultados.

Encerra-se este trabalho alertando que o cuidado para com um recurso tão precioso quanto o Rio Curu é fundamental para a preservação de todo o ecossistema, evitar futuros transtornos, gerar renda e melhorar a qualidade de vida da população ali residente. Políticas públicas em conjunto com a sociedade é muito importante para além do que já foi citado, pois gera uma consciência ambiental em cada cidadão, consciência esta essencial em um momento de grave situação do planeta, com alertas de organizações mundiais para catástrofes cada vez mais recorrentes e arrebatadoras.

Devemos lembrar das ações do passado para refletirmos sobre como chegamos até aqui e pensar um novo amanhã, um futuro para as próximas gerações que virão, tanto no que diz respeito ao âmbito regional, nacional ou global. A maior herança que a geração atual poderá deixar para as próximas, é de um planeta Terra passível de recuperação, não estando ele em uma situação climática e social irreversíveis.

REFERÊNCIAS

ACAATINGA, Associação. **O que é assoreamento? Quais as causas desse fenômeno?**

Quais as consequências? Disponível em: <<https://www.acaatinga.org.br/o-que-e-assoreamento/>> Acesso em: 13 ago. 2021.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará.** Rio Claro, [s.l.], [s.n.], 278p, 2010.

ARAÚJO, Lincoln Elói de; et al. **Bacias Hidrográficas e Impactos Ambientais.** In: Qualitas Revista Eletrônica. UEPB, v. 8, n. 1. 2009.

BARRELLA, Walter. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BARROS, R. T. V. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios.** Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, vol. 2, 1995.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global – esboço metodológico.** Cadernos de Ciência da Terra. São Paulo: USP/IG, 1971. n. 13

CAGECE. **Relatório anual para informação ao consumidor.** Fortaleza, 2021. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/RelatorioQualidadeAgua/RelatoriosAnuais>>. Acesso em 18 jun. 2021.

CAGECE. **Esgoto - depois de sair da sua casa, o esgoto percorre um longo caminho até sua disposição.** Fortaleza. Disponível em: <<https://www.cagece.com.br/produtos-e-servicos/esgoto/>> Acesso em: 16 ago. 2021 - 21:56.

CBH CURU. **Conheça nossa bacia hidrográfica.** Pentecoste, 2019. Disponível em: <<http://www.cbhcuru.com.br/conheca/>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Curu;** Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas. Fortaleza, v. 4, [s.n.] 113 p. 2009.

COGERH. **Curu**. Fortaleza, [s.v.], [s.n.], 2019. Disponível em:

<<https://portal.cogerh.com.br/curu/>> Acesso em 5 set. 2020.

COGERH. **Bacia Hidrográfica do Curu: Características Gerais**. Fortaleza, [s. n.], 2013.

Apresentação. Disponível em: <<https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o-da-Bacia-Hidrogr%C3%A1fica-Curu.pdf>> Acesso em: 5 set. 2020.

COY, Martin. **A interação rio-cidade e a revitalização urbana: experiências europeias e perspectivas para a América Latina**; Confins, [s.l.], [s.v.], n.18, 2013. Disponível em:

<<http://journals.openedition.org/confins/8384>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

EMBRAPA. **Clima**. [s. l.], [s. n.], 2018. Disponível em:

<<https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm#:~:text=Aw%20%2D%20Clima%20tr%20opical%20com%20inverno,mm%20anuais%20atingindo%201800%20mm.>>

Acesso em: 7 set. 2021.

EMBRAPA. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria** / editores técnicos: Cláudio A. Spadotto e Wagner C. Ribeiro. Botucatu/SP, 1ª ed., 319 p. 2006. Disponível em:

<<https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/agroindustria/livros/GESTAO%20DE%20RESIDUOS%20NA%20AGRICULTURA%20E%20AGROINDUSTRIA.pdf>> Acesso em: 6.mar.2021.

FABER, Marcos. **A importância dos rios para as civilizações**. História Ilustrada, [s. l], v. 2, n. 1, 22 p. 2011.

FUNCEME. **Portal hidrológico do Ceará**. Fortaleza. 2019. Disponível em:

<<http://www.hidro.ce.gov.br/app/pagina/show/168>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

FUNCEME. **Sistemas atmosféricos atuantes sobre o Nordeste**. Fortaleza. 11 fev. 2014.

Disponível em: <<http://www.funceme.br/?p=967>>. Acesso em: 26 set. 2021.

GOMES, Anathayná Sampaio. **Urbanização e impactos em bacias hidrográficas: o caso da Bacia do Curu em Canindé – CE**. Centro Universitário Christus, Fortaleza, p. 72, 2021.

GORAYEB, Adryane. **Análise geoambiental e dos impactos na bacia hidrográfica do Rio Curu-Ceará-Brasil**. Dissertação - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, p. 139, 2004.

Disponível em: <<http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=93688>>

Acesso em: 23 jul, 2021.

GORAYEB, Adryane et al. **Aspectos Ambientais e Qualidade das Águas Superficiais na Bacia Hidrográfica do Rio Curu – Ceará – Brasil**. HOLOS Environment, Fortaleza, v. 7, n. 2, 2007.

GORAYEB, Adryane. **Aspectos geoambientais, condições de uso e ocupação do solo e níveis de desmatamento da bacia hidrográfica do rio Curu, Ceará – Brasil**.

Departamento de Geociências - Universidade Federal de Londrina, Londrina-PR, v. 14, n. 2, p. 85-106, 2005.

GORAYEB, Adryane. **Saneamento básico e impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio Curu – Estado do Ceará – NE do Brasil**. Scripta Nova - revista electrónica de geografía y ciencias sociales, Barcelona-ESP, vol. X, nº. 208, 2006.

GOVERNO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE. 2013 nº 1222, de 23 de dezembro de 2013. **Dispõe sobre o plano de saneamento do município de São Gonçalo do Amarante e dá outras providências**. São Gonçalo do Amarante/Ceará, 2013. Disponível em:

<<http://saogoncalodoamarante.ce.gov.br/leis/Leis%202013/Lei%20n%a7%201222%20-%202013%20-%20Disp%e4e%20sobre%20o%20Plano%20de%20Saneamento%20do%20Munic%a1pio%20de%20S%c6o%20Gon%87alo%20do%20Amarante%20e%20d%a0%20outras%20Provid%88ncias-Parte%202.pdf>>. Acesso em: 25 dez. 2020.

IBGE. **Cidades e Estados**. [S.L], [2010]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/>>. Acesso em: 23 jan. 2021.

INFOSANBAS. **Saneamento básico em São Luís do Curu**. [S.L], [2010?]. Disponível em: <<https://infosanbas.org.br/municipio/sao-luis-do-curu-ce/>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

INFOSANBAS. **Saneamento básico em Apuiarés**. [S.L], [2010?]. Disponível em: <<https://infosanbas.org.br/municipio/apuiares-ce/>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

INFOSANBAS. **Saneamento básico em Pentecoste**. [S.L], [2010?]. Disponível em: <<https://infosanbas.org.br/municipio/pentecoste-ce/>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

INFOSANBAS. **Saneamento básico em General Sampaio**. [S.L], [2010?]. Disponível em: <<https://infosanbas.org.br/municipio/general-sampaio-ce/>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Municipal 2017**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>>. Acesso em: 9 ago. 2019.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Base cartográfica digital: Mapa Índice Folhas Topográficas**. [S. l.], 1970. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/estatistica/base/base.htm>>. Acesso em: 21 nov. 2020.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **As regiões de planejamento do estado do ceará**. Fortaleza, 2015. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_111.pdf>. Acesso em: 6. fev. 2021.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ipecedata - Sistema de informações geossocioeconômicas do Ceará** Fortaleza, 2015. Disponível em: <<http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>> Acesso em: 6 fev. 2021

LARA, Felipe Mangili. **Quais são os principais prejuízos do descarte de lixo nos rios?** BRK Ambiental, [s. l], 2018. Disponível em: <<https://blog.brkambiental.com.br/descarte-de-lixo/>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MOREIRA, Antônio Cláudio M L. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. FAU-USP, São Paulo, 1997.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. **Os recursos hídricos e o trópico semiárido no Brasil**. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 82-109, 2012.

NASCIMENTO NETO, José Nelson do, et al. **Análise ambiental no maciço residual de Uruburetama, subsidio ao planejamento da paisagem**. XII SINAGEO, Crato/CE, 2018. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/10/10-81-1959.html>> Acesso em 1 ago. 2021.

PAULA, Davis Pereira de et al. **A influência da expansão pastoril e dos portos fluviais no processo de litoralização do Ceará.** In: Silvia Dias Pereira et al., O Homem e o Litoral: Transformações na paisagem ao longo do tempo, p.136-149, Rio de Janeiro, 2017.

PEIXOTO, Carlos Virgílio Aparecido do Vale. **Avaliação da qualidade da água de poços tabulares do lençol freático na cidade de Paracuru-Ceará, Brasil.** Universidade do Vale do Taquari-Univates, Lajeado/RS, 2019.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Assoreamento de rios.** Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/assoreamento-rios.htm>>. Acesso em 05 out. 2021.

RIBEIRO, Júlia Werneck; ROOKE, Juliana Maria Scoralick. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública.** Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2010.

RIBEIRO, Simone Cardoso. **Caracterização geoambiental da sub-bacia do rio salgado na mesorregião sul cearense – Parte I – Clima e Arcabouço Geológico.** Universidade Regional do Cariri (URCA), Crato/CE, 2017.

ROOS, Alana. **Agricultura: dos povos nômades aos complexos agroindustriais.** REGET - UFSM, Santa Maria - RS, v. 7, n. 7, p. 1423-1429, mar./ago. 2012.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** Oficina de Textos, 1 ed. 495 p. São Paulo, 2006.

SEMA - SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO CEARÁ. **Panorama dos resíduos sólidos do Ceará.** [s.v.], [s.n.], 140 p. Fortaleza, 2015.

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

Superintendência de Recursos Hídricos. Glossário, [s.n.], [s.v.], Aracaju, 2016 . Disponível em: <<http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=8>>. Acesso em: 08 nov. 2019.

SESA - SECRETÁRIA DA SAÚDE GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Boletins epidemiológicos.** Disponível em: < <https://www.saude.ce.gov.br/download/boletins/>> Acesso em 11 ago. 2021.

SILVA, Valdenira Carlos da et al. **Avaliação da contaminação por metais tóxicos em mananciais situados em áreas de descarte de resíduos sólidos urbanos.** In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SIBESA, XIV., 18 a 20 jun. 2018, Foz do Iguaçu/PR, 2018.

SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Comitê da bacia hidrográfica do curu.** Disponível em: <<https://www.srh.ce.gov.br/comite-da-bacia-hidrografica-do-curu/>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

SOARES, Fátima Maria. **Paisagem e paisagens: uso e ocupação da terra na bacia do rio curu/ce.** Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, 2002. 105-112 p.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; et al. **Saneamento básico e impactos ambientais na bacia hidrográfica do Rio Curu – estado do Ceará – NE do Brasil.** Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. vol. X, núm. 208, 2006.

SOUZA, M.J.N et al. **Compartimentação geomorfológica do estado do Ceará.** Ciência Agronômica, 77-86. Fortaleza, 1979.

STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho; CAMPOS, José Nilson Bezerra. **A gestão das águas na Bacia do Curu – ontem e hoje.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1998, Gramado. Anais... Gramado: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. **O Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local.** Revista Brasileira Multidisciplinar, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, jan. 2007.

TERA. **Conheça as doenças causadas pelo “não tratamento” do esgoto.** São Paulo, [s. n], 2013. Disponível em <<https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/conheca-as-doencas-causadas-pelo-nao-tratamento-do-esgoto>> Acesso em: 18 ago. 2021 - 22:10.

VENTURI, Luís Antônio Bittar. **Recurso natural: A Construção de um conceito.** GEOUSP Espaço e Tempo (Online), n. 20, p. 09-17, 30 abr. 2006.

VIDAL, Maria Rita; MASCARENHAS, Abraão Levi dos Santos. **Estrutura e funcionamento das paisagens da área de proteção ambiental do estuário do rio Curu/CE**, Confins - Revista Franco-Brasileira de Geografia, ed. 43, [s.l], 2019.