



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO  
REGIONAL SUSTENTÁVEL – PRODER**

**DEVANIO FIDELES LOURENÇO**

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM RIOS URBANOS:  
ESTUDO DE CASO DO RIO CARIÚS EM FARIAS BRITO - CE**

**CRATO – CEARÁ**

**2018**

**DEVANIO FIDELES LOURENÇO**

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM RIOS URBANOS:  
ESTUDO DE CASO DO RIO CARIÚS EM FARIAS BRITO - CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável.

Área de Concentração: Desenvolvimento Regional Sustentável

Linha de Pesquisa: Ambiente e Desenvolvimento Regional Sustentável

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Gorethe de Sousa Lima Brito

**Co-Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Adriana Oliveira Araújo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Cariri  
Sistema de Bibliotecas

- 
- L933a Lourenço, Devanio Fideles.  
Avaliação do grau de degradação ambiental em rios urbanos: estudo de caso do Rio Cariús em Farias Brito – CE/ Devanio Fideles Lourenço. – 2018.  
114 f.: il., enc.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade, Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável, Crato, 2018.  
Área de Concentração: Desenvolvimento Regional Sustentável.
- Orientação: Prof. Dra. Maria Gorethe de Sousa Lima Brito.  
Co-orientação: Prof. Dra. Adriana Oliveira Araújo.
1. Sustentabilidade. 2. Qualidade da água. 3. Revitalização de rios. I. Título.

CDD 363.738

---

Bibliotecário: João Bosco Dumont do Nascimento – CRB 3/1355

**DEVANIO FIDELES LOURENÇO**

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL EM RIOS URBANOS:  
ESTUDO DE CASO DO RIO CARIÚS EM FARIAS BRITO - CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável.  
Área de Concentração: Desenvolvimento Regional Sustentável  
Linha de Pesquisa: Ambiente e Desenvolvimento Regional Sustentável

Aprovada em: 27/02/2018

Banca Examinadora:

Maria Gorethe de Sousa Lima Brito  
Prof.<sup>a</sup> DRa. Maria Gorethe de Sousa Lima Brito (Orientadora)  
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Celme Torres  
Prof.<sup>a</sup> DRa. Celme Torres Ferreira da Costa  
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Adriana Oliveira Araújo  
Prof.<sup>a</sup> DRa. Adriana Oliveira Araújo (Co-Orientadora)  
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

Sávio de Brito Fontenele  
Prof. Dr. Sávio de Brito Fontenele  
Faculdade Paraíso (FAP)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por me conceder saúde e determinação para que pudesse desenvolver esta pesquisa.

À minha esposa (Edileide) e meus filhos (Eluízo, Ana Francisca e Ana Alice) pela compreensão quanto aos momentos que tive que deixar de dar-lhes atenção para me dedicar à realização deste trabalho.

À minha Orientadora (Dra. Maria Gorethe) e Co-Orientadora (Dra. Adriana) pela disponibilidade a mim destinada todas as vezes que precisei para receber orientações nas diversas etapas da realização desta pesquisa.

Ao Dr. Sávio Fontenele e à Dra. Celme Torres pelas importantes contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu cunhado Valdênio José e ao amigo Fernando pela disponibilidade, me ajudando sempre que precisei durante a realização dos trabalhos de campo.

Aos alunos do Curso de Engenharia Civil da UFCA e bolsista do Laboratório de Saneamento desta Instituição (Levi, Janne e Ana Rayane) pelo apoio durante a realização das análises físico-químicas das águas.

Ao Professor Wagner e toda equipe da FATEC Cariri pelo apoio e atenção dada a minha pessoa durante as análises microbiológicas.

Ao Prefeito Municipal de Farias Brito (Dr. Zé Maria), à Secretária Municipal de Saúde (Dra. Sheyla) e ao responsável pela Vigilância Sanitária de Farias Brito (Dr. Ailton Nery) pelo apoio para a realização destas análises.

Aos demais professores do Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável da UFCA (PRODER) e aos meus colegas de turma pela convivência maravilhosa e companheirismo durante a realização do curso.

Enfim, agradeço a todos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O crescimento desordenado das cidades, acompanhado da falta de uma educação voltada para a aplicação dos preceitos básicos de desenvolvimento sustentável, tem ocasionado problemas graves ao meio ambiente, principalmente à qualidade e à quantidade de água nos mananciais, com sérias consequências para o equilíbrio ambiental de suas respectivas bacias hidrográficas. Ante o exposto, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o grau de degradação do rio Cariús, no perímetro urbano do município de Farias Brito - CE. Para alcançar esse objetivo inicialmente foi delimitada a sub-bacia do rio Cariús e a porção dela que influencia na área de estudo e feita a caracterização morfométrica da mesma. Em seguida, considerando esta sub-bacia, foi delimitada a área de estudo, identificando a microbacia e as áreas de preservação permanente onde a mesma está inserida. Em seguida foi identificado o grau de degradação ambiental do rio Cariús na área estudada e realizado o estudo da evolução histórica dos aspectos ambientais do rio Cariús na Zona Urbana de Farias Brito – CE. Para a realização destas atividades foram utilizadas várias ferramentas de estudo: técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento; coletas e análises laboratoriais de água; exploração de campo com registros fotográficos e anotações in locus; aplicação de questionários a habitantes locais. Para a avaliação da degradação do rio Cariús foram estabelecidos fatores representativos da situação deste e de suas APPs, bem como das pressões antrópicas sobre o ambiente estudado. Para desenvolvimento da pesquisa foram identificados quatro pontos amostrais (P1, P2, P3 e P4) no leito do rio Cariús, constituindo um percurso de três trechos: Trecho 1 – de P1 a P2; Trecho 2 – de P2 a P3; Trecho 3 – de P3 a P4. Os resultados demonstram que a classificação da qualidade das águas superficiais variou de aceitável a ruim, e que a área estudada apresenta uma degradação mais acentuada no Trecho 2 (atingindo na margem direita o grau 15), sinalizando assim que os solos desta área estão sendo usados e ocupados indiscriminadamente e que as pressões antrópicas estão comprometendo a disponibilidade e a qualidade dos recursos naturais.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Qualidade da água; Revitalização de rios.

## ABSTRACT

The disorderly growth of cities, coupled with the lack of education aimed at implementing the basic principles of sustainable development, has caused serious problems for the environment, especially the quality and quantity of water in the springs, with serious consequences for the environmental balance of their respective river basins. In view of the above, the objective of this work was to evaluate the degree of degradation of the Cariús river, in the urban perimeter of the municipality of Farias Brito - CE. In order to reach this objective, the sub-basin of the Cariús River and the portion of it that influenced the study area were delimited and the morphometric characterization of the area was made. Then, considering this sub-basin, the study area was delimited, identifying the microbasin and the permanent preservation areas where it is inserted. Next, the degree of environmental degradation of the Cariús river in the studied area was identified and the historical evolution of the environmental aspects of the Cariús river in the Urban Zone of Farias Brito - CE was studied. In order to carry out these activities, several study tools were used: remote sensing and geoprocessing techniques; collection and laboratory analysis of water; field exploration with photographic records and in locus annotations; application of questionnaires to local inhabitants. For the evaluation of the degradation of the Cariús River, factors representative of the situation of this river and its PPAs were established, as well as of the anthropic pressures on the studied environment. For the development of the research, four sampling points (P1, P2, P3 and P4) were identified in the bed of the Cariús River, constituting a three - way course: Stretch 1 - from P1 to P2; Stretch 2 - from P2 to P3; Stretch 3 - from P3 to P4. The results show that the classification of surface water quality varied from acceptable to bad, and that the studied area shows a more marked degradation in Stretch 2 (reaching the right margin the degree 15), thus signaling that the soils of this area are being used and indiscriminately occupied and that anthropic pressures are compromising the availability and quality of natural resources.

**Keywords:** Sustainability; Water quality; Revitalization of rivers.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de localização de Farias Brito na Região Metropolitana do Cariri.....	45
<b>Figura 2:</b> Imagem de satélite dos trechos do Rio Cariús estudados nesta pesquisa, delimitados por seus respectivos pontos de amostragem de água.....	46
<b>Figura 3:</b> Imagens panorâmicas dos pontos amostrais.....	47
<b>Figura 4:</b> Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA utilizadas pela CETESB.....	53
<b>Figura 5:</b> Delimitação da sub-bacia de drenagem do rio Cariús destacando a área desta pesquisa.....	61
<b>Figura 6:</b> Sub-bacia do rio Cariús (da nascente até o último ponto de coleta de água na área de estudo).....	63
<b>Figura 7:</b> Mapa da área de estudo demonstrando os principais fluxos d'água que influenciam na mesma.....	66
<b>Figura 8:</b> Delimitação da microbacia da área de estudo.....	68
<b>Figura 9:</b> Mapa demonstrando a área de APP no percurso dos pontos amostrais.....	70
<b>Figura 10:</b> Imagens do ponto 2 demonstrando indícios de assoreamento e erosão devido ao acúmulo de lixo e ausência de mata ciliar.....	74
<b>Figura 11:</b> Boeiro do esgoto desaguando na margem do rio (1) e escoando para o leito (2) onde fica empoçado no período seco (3).....	76
<b>Figura 12:</b> Vista aérea do Trecho 1 destacando as faixas marginais de APP existentes, pontos e subpontos de observação e a largura das faixas marginais.....	84
<b>Figura 13:</b> Imagens da margem direita do trecho 1.....	88
<b>Figura 14:</b> Imagens da margem esquerda do trecho 1.....	89
<b>Figura 15:</b> Vista aérea do Trecho 2 destacando as faixas marginais de APP existentes, pontos e subpontos de observação e a largura das faixas marginais.....	90
<b>Figura 16:</b> Imagens da margem direita do trecho 2.....	94
<b>Figura 17:</b> Imagens da margem esquerda do trecho 2.....	95
<b>Figura 18:</b> Vista aérea do Trecho 3 destacando as faixas marginais de APP, pontos e subpontos de observação e a largura das faixas marginais.....	97
<b>Figura 19:</b> Imagens da margem esquerda do trecho 3.....	100



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Qualidade das águas de acordo com Kaurish & Younos (2007).....	38
<b>Tabela 2:</b> Georreferenciamento dos pontos de amostragem.....	48
<b>Tabela 3:</b> Distâncias entre os pontos de amostragem.....	48
<b>Tabela 4:</b> Parâmetros analisados nas águas de drenagem superficiais dos pontos estabelecidos para realização do estudo, com seus respectivos procedimentos metodológicos.....	54
<b>Tabela 5:</b> Parâmetros e pesos utilizados para cálculo do IQA das coletas realizadas nos pontos convencionados neste estudo.....	54
<b>Tabela 6:</b> Classificação dos valores do IQA em alguns estados brasileiros.....	54
<b>Tabela 7:</b> Peso dos fatores de análise da degradação presentes em cursos d'água urbanos.....	58
<b>Tabela 8:</b> Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Cariús.....	64
<b>Tabela 9:</b> Largura da calha do rio nos pontos amostrais.....	69
<b>Tabela 10:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.....	71
<b>Tabela 11:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.....	71
<b>Tabela 12:</b> Cálculo do IQA para o período chuvoso.....	72
<b>Tabela 13:</b> Cálculo do IQA para o período seco.....	72
<b>Tabela 14:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.....	73
<b>Tabela 15:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.....	73
<b>Tabela 16:</b> Cálculo do IQA para o período chuvoso.....	75
<b>Tabela 17:</b> Cálculo do IQA para o período seco.....	75
<b>Tabela 18:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.....	76
<b>Tabela 19:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.....	76
<b>Tabela 20:</b> Cálculo do IQA para o período chuvoso.....	78

<b>Tabela 21:</b> Cálculo do IQA para o período seco.....	78
<b>Tabela 22:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.....	79
<b>Tabela 23:</b> Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl <sup>-</sup> ), OD, DQO, DBO <sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.....	79
<b>Tabela 24:</b> Cálculo do IQA para o período chuvoso.....	80
<b>Tabela 25:</b> Cálculo do IQA para o período seco.....	80
<b>Tabela 26:</b> Consolidação da estatística descritiva dos parâmetros analisados e dos resultados do IQA.....	81
<b>Tabela 27:</b> Largura das faixas marginais de APP existentes nos pontos e subpontos de observação do Trecho 1.....	85
<b>Tabela 28:</b> Largura das faixas marginais de APP existentes nos pontos e subpontos de observação do Trecho 2.....	91
<b>Tabela 29:</b> Largura das faixas marginais de APP existentes nos pontos e subpontos de observação do Trecho 3.....	98

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Características morfométricas de bacias hidrográficas.....	25
<b>Quadro 2:</b> Fatores de degradação ambiental e suas consequências no meio físico, biótico e antrópico.....	27
<b>Quadro 3:</b> Modelo da Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA).....	56
<b>Quadro 4:</b> Modelo da Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental.....	57
<b>Quadro 5:</b> Questionário sobre a evolução histórica dos aspectos ambientais do rio cariús aplicado a profissionais que atuam na área.....	59
<b>Quadro 6:</b> Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) do Trecho 1.....	86
<b>Quadro 7:</b> Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental do Trecho 1.....	89
<b>Quadro 8:</b> Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) do Trecho 2.....	92
<b>Quadro 9:</b> Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental do Trecho 2.....	95
<b>Quadro 10:</b> Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) do Trecho 3.....	99
<b>Quadro 11:</b> Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental do Trecho 3.....	101
<b>Quadro 12:</b> Consolidação dos resultados da degradação ambiental.....	102

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
APP	Área de Preservação Permanente
SEMACE	Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CI	Cloretos
CE	Condutividade Elétrica
OD	Oxigênio Dissolvido
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
pH	Potencial Hidrogeniônico
CTT	Coliformes Termotolerantes
IQA	Índice de Qualidade da Água
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
ANA	Agência Nacional de Águas
FATEC	Faculdade de Tecnologia
UFCA	Universidade Federal do Cariri
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
FCDA	Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Sustentabilidade.....	18
3.2 Características dos Recursos Hídricos Superficiais.....	19
3.2.1 O Uso dos Recursos Hídricos Superficiais e a Vegetação.....	20
3.2.2 Aspectos Legais da Preservação dos Recursos Hídricos Superficiais.....	22
3.3 Caracterização de Bacias Hidrográficas.....	24
3.4 Degradação ambiental de rios.....	26
3.5 Qualidade da água.....	29
3.5.1 Índice de qualidade das águas (IQA).....	35
3.6 Revitalização de rios.....	39
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1 Caracterização da área de estudo.....	43
4.1.1 Pontos de coleta de água: critérios de escolha e localização.....	47
4.2 Procedimentos Metodológicos.....	48
4.2.1 Delimitação da sub-bacia do rio Cariús e da porção dela que influencia na área de estudo.....	48
4.2.2 Delimitação área de estudo, microbacia e Áreas de Preservação Permanente onde a mesma está inserida.....	48
4.2.3 Identificação da degradação ambiental.....	49
4.2.3.1 Identificação da qualidade das águas superficiais do rio Cariús.....	50
4.2.3.1.1 Procedimentos de coleta de água.....	50
4.2.3.1.2 Análises das amostras.....	50
4.2.3.1.3 Medição de vazão nas seções transversais do curso d'água.....	51
4.2.3.1.4 Índice de qualidade da água (IQA).....	52
4.2.3.2 Procedimentos para a avaliação do curso d'água utilizando os demais indicadores e parâmetros propostos.....	55
4.2.3.2.1 Qualificação dos resultados.....	55
4.2.3.2.2 Quantificação dos resultados.....	57

4.2.4 Evolução histórica dos aspectos ambientais do rio Cariús na Zona Urbana de Farias Brito – CE.....	59
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
5.1 Delimitação da sub-bacia do rio Cariús e do trecho dela que influencia na área de estudo.....	60
5.2 Delimitação da área de estudo, da microbacia e Áreas de Preservação Permanente onde a mesma está inserida.....	65
5.3 Análise da degradação ambiental da área.....	71
5.3.1 Identificação da qualidade das águas superficiais do rio Cariús.....	71
5.3.1.1 Ponto 1.....	71
5.3.1.2 Ponto 2.....	73
5.3.1.3 Ponto 3.....	75
5.3.1.4 Ponto 4.....	79
5.3.2 Identificação da degradação ambiental na área de estudo.....	82
5.3.2.1 Trecho 1.....	82
5.3.2.2 Trecho 2.....	89
5.3.2.3 Trecho 3.....	96
5.3.2.4 Consolidação dos resultados da degradação identificada.....	101
5.3.3 Evolução histórica dos aspectos ambientais do rio Cariús na Zona Urbana de Farias Brito – CE.....	103
5.3.3.1 Comentários sobre as respostas do questionário.....	105
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
REFERÊNCIAS.....	109

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades, acompanhado da falta de uma educação voltada para a aplicação dos preceitos básicos de desenvolvimento sustentável, tem ocasionado problemas graves ao meio ambiente, principalmente à qualidade e à quantidade de água nos mananciais, com sérias consequências para o equilíbrio ambiental de suas respectivas bacias hidrográficas.

O processo de urbanização brasileiro, caracterizado pela apropriação pelo mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase que completa, de áreas urbanizadas destinadas à moradia popular, levou a população mais pobre a buscar resolver seu problema de moradia ocupando áreas vazias desprezadas pelo mercado. Neste processo, áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes desocupadas, foram ocupadas de forma precária. (BRASIL, 2007, p. 9)

Com o crescimento da população mundial, ocupando cada vez mais as bacias hidrográficas, os impactos ecológicos e climáticos ocasionados ao ambiente natural em decorrência do uso e ocupação destas áreas é uma grande preocupação nos dias atuais. Em várias partes da Ásia, as atividades humanas nas bacias hidrográficas vêm ocasionando, além de alterações climáticas, problemas de qualidade e quantidade de água, tanto das águas superficiais, como das subterrâneas. O manejo inadequado dos produtos agrícolas e das águas residuais, o uso excessivo de fertilizantes agrícolas e pesticidas e a remoção da vegetação estão entre os principais fatores responsáveis pela má qualidade da água. Alterações anormais fluviais, tais como picos extremos de escoamento sazonal e de transporte de sedimentos levam estas áreas a perturbações crescentes, tais como a perda de hábitat através da desconexão de zonas úmidas. A intensificação da irrigação, o uso de água industrial e a construção de barragens são os principais responsáveis pelas mudanças da quantidade de água disponível. Além disso, com a degradação das zonas húmidas e das planícies aluviais, a probabilidade de ocorrerem inundações e secas mais intensas aumenta e a biodiversidade das bacias diminui (JIANG; FISCHER; LU, 2015, p. 1, tradução nossa).

Não diferente do que acontece no mundo, o crescimento da população urbana no Brasil tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que em 2010 o total de habitantes das áreas urbanas chegou a 84,4%% da população brasileira (IBGE, 2011). E como em nosso país o

processo de urbanização quase sempre se deu ao longo dos rios, problemas recorrentes desta ocupação e uso dos solos são frequentemente identificados, dentre os quais podem ser destacados: a degradação de cursos de água decorrente do uso inadequado dos solos, da erosão de margens e encostas, do aumento das áreas impermeáveis que provocam inundações e deslizamentos. Esses fatores refletem a carência de planejamento adequado para o crescimento das cidades e cria situações de riscos para o meio ambiente e para a população (FREITAS FILHO, 2010).

Diante das modificações sofridas pelos rios urbanos, acarretando consequências socioeconômicas e ambientais, emergiu, ao longo dos anos, a necessidade de reintroduzir no ambiente urbano a estrutura e função do corpo d'água, trazendo a conservação e a recuperação de rios e córregos como prioridade para uma série de países, onde uma grande variedade de ações tem sido propostas e discutidas (POMPEU; ANDRADE; SANTOS, 2006).

No contexto de revitalização de rios, um fator relevante que deve ser considerado é a importância de inicialmente construir a história de sua bacia hidrográfica, modificações no canal, ações e intervenções realizadas (SEAR *et al.*, 2009).

O Documento de Referência da I Conferência Nacional de Desenvolvimento Regional (2012) enfatiza que os princípios da sustentabilidade ambiental e da economia verde devem sempre ocupar posição de destaque com relação aos objetivos das políticas nacionais de desenvolvimento. Sendo assim, justifica-se a realização deste trabalho, pois, a partir dele, pretende-se fornecer subsídios para que os poderes públicos, principalmente o Legislativo e Executivo, possam melhorar e/ou implementar tais políticas no Município de Farias Brito.

Para reforçar a necessidade de empregar tais políticas no município, especialmente no perímetro urbano da cidade, se faz necessário identificar o estado de degradação do rio Cariús e as consequências que esta degradação está proporcionando ao ecossistema local. É neste sentido que se propõe desenvolver este trabalho, a fim de obter dados que avaliem os impactos ambientais.

Vale ressaltar que, em décadas anteriores, além do rio ser uma fonte de água abundante, também disponibilizava à população vários produtos naturais que serviam de alimentação alternativa, tais como peixes e frutas das mais variadas espécies. Hoje, dentre essas fontes de alimentos, algumas foram reduzidas e outras desapareceram completamente.



Quanto à água utilizada para as atividades agropastoris, após o período chuvoso, é praticamente realizado por água subterrânea, pois assim que cessa o período chuvoso o leito do rio logo seca. A verificação do grau de degradação na área considerada neste estudo teve como ponto de partida o estabelecimento de fatores que serviram de base para este diagnóstico, tendo como foco principal a visualização do uso e ocupação dos solos e a manutenção dos recursos hídricos que o ecossistema em ênfase disponibiliza para a população.

Diante dos problemas mencionados, surgem as seguintes hipóteses:

- O uso e ocupação dos solos da bacia de drenagem do rio Cariús, na zona urbana de Farias Brito – CE, está alterando as características hidrológicas, ecológicas e limnológicas das áreas de preservação permanente da área estudada.
- As pressões antrópicas exercidas sobre as áreas de preservação permanente do rio Cariús, na zona urbana de Farias Brito – CE estão comprometendo a disponibilidade e a qualidade dos recursos naturais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Esta pesquisa propõe avaliar o grau de degradação do rio Cariús no perímetro urbano de Farias Brito – CE.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar morfometricamente a sub-bacia hidrográfica do rio Cariús;
- Identificar a microbacia de drenagem e as Áreas de Preservação Permanente (APP);
- Identificar o grau de degradação ambiental do rio Cariús na área estudada;
- Mensurar o índice de qualidade das águas do rio Cariús;
- Realizar um estudo da evolução histórica dos aspectos ambientais do rio Cariús na Zona Urbana de Farias Brito – CE

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Sustentabilidade

Para Bursztyn *et al.* (2001), o século XX deixou sinalizado para o seguinte que a Ciência e a Tecnologia traduzem um apelo para a mudança de conduta com relação à dualidade desenvolvimento e sustentabilidade, apontando pelo menos cinco categorias de impasses, dos quais, pode-se enfatizar em relação à temática aqui abordada:

“A consciência de que, na medida em que nossas sociedades vão ficando mais complexas, é preciso mais ação reguladora, o que normalmente se dá pelo poder público; hoje, com a crise do Estado, a regulação deve se valer de novas regulamentações e de uma crescente contratualização entre atores sociais (códigos de conduta, sistemas de certificação)”. (BURSZTYN *et al.*, 2001, p. 11)

De acordo com Álvarez *et al.* (2015), cada vez mais o termo sustentabilidade está se tornando importante, uma vez que diz respeito às condições de vida das gerações futuras a partir da manutenção dos recursos renováveis existentes no presente. Conforme estes autores, para uma sociedade ser considerada sustentável, devem ser levados em conta três aspectos principais: econômico, social e ambiental.

Segundo Sun *et al.* (2015), nos espaços urbanos ocorre uma redução drástica de zonas úmidas e espaços verdes, que são de extrema importância para uma boa infraestrutura ecológica nestas áreas, fato esse que ocasiona uma deterioração ambiental. Sendo assim, Planos de Desenvolvimento Sustentáveis para estas áreas urbanas são necessários para um crescimento harmônico destes espaços, sendo que, além disso, esses planos precisam ser monitorados por uma série de indicadores que considerem principalmente os aspectos econômicos, sociais e ecológicos.

A migração populacional das zonas rurais para as zonas urbanas tem se acentuado cada vez mais no decorrer das últimas décadas. Para Cohen e Muñoz (2015), o crescimento acelerado das cidades tem gerado pressão sobre os aspectos econômicos, sociais e ambientais nestes aglomerados populacionais, aumentando a necessidade de utilização dos preceitos do desenvolvimento sustentável como meio para alcançar uma harmonia socioambiental dentro das zonas urbanas em pleno crescimento.

É importante ressaltar que a área deste estudo está localizada em pleno sertão nordestino. Sendo assim, é impossível tratar deste assunto sem enfatizar a seca, fenômeno que castiga todo o nordeste. Neste sentido:

“No momento em que o conceito de desenvolvimento sustentável se fortifica e se insere cada vez mais no discurso político no Brasil, especialmente no que se refere ao Nordeste, a seca passa a ser tratada paulatinamente como um problema ecológico, mudando o enfoque secular das políticas públicas que viam a seca como uma calamidade natural sem solução. O discurso político fala agora de convivência com a seca e não mais de combate à seca, preconizando a necessidade da gestão dos recursos hídricos para a promoção do desenvolvimento sustentável, e a diminuição da fome e da miséria no Sertão. E sobre essa nova forma de ver a relação do homem com seu meio no Sertão, a ideia de convivência com os fenômenos naturais significa um novo *status* que permite um tratamento mais adequado ao problema que marca toda a história do Sertão. Parece um pequeno detalhe, mas representa grande diferença. É um deslocamento paradigmático, da ótica da negação das características ecológicas da região, para um enfoque de aceitação. Isso é básico para uma efetiva “convivência” do homem com o seu meio ambiente. Nesse sentido esta tese trabalha a partir da concepção básica de Martin Buber (1974) acerca da condição humana, que pressupõe que esta só pode se desenvolver a partir do encontro dos seres, em um diálogo face a face, em um verdadeiro encontro. Esta ideia é válida não só para o encontro entre os homens, mas também para o encontro do homem com outros seres e com o meio em que vive”. (CHACON, 2007, pág. 34 – 35)

### 3.2 Características dos Recursos Hídricos Superficiais

Estudos apontam que o Brasil é detentor de 14% do recurso hídrico mundial, sendo constatado que 80% da água doce se encontram na região amazônica, mas que abastece somente 5% da população brasileira. Os 20% restantes se encontram distribuídos pelas outras regiões abastecendo os 95% restantes da população (BIZERRIL; PRIMO, 2001).

O Nordeste é detentor de apenas 3% das águas brasileiras, possuindo apenas dois grandes rios perenes – o São Francisco, que concentra 63% das águas do Nordeste, e o Parnaíba, com 15%. Dos outros rios desta região (22%), a maioria é intermitente, isto é, só fluem em épocas de inverno e poucos fluem em períodos de seca (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010).

Hoje em dia, as alterações climáticas dificultam a gestão de sistemas urbanos de abastecimento d'água. Este problema é particularmente crucial para os países menos desenvolvidos do mundo, onde uma descontrolada expansão das cidades e das atividades antrópicas são frequentemente observadas. Neste sentido, novas estratégias devem ser

desenvolvidas a fim de mitigar os impactos ambientais e sociais causados pelas mudanças climáticas em áreas urbanas (PAOLA *et al.*, 2015: Pág. 1-2).

Em pesquisa realizada nos Rios Gêmeos de BasinReservoiroMiyunno norte da China, considerando o período de1963 à 2011, Wang *et al.* (2015) constataram que as variações individuais de vazão dos rios foram influenciadas pelas atividades humanas cada vez mais intensivas, tais como mudanças de uso da cobertura da terra, além da exploração e utilização excessiva dos recursos hídricos.

De acordo com Lezy-Bruno e Oliveira (2007) as funções e usos do “espaço-rio” no meio urbano são diversos, como por exemplo: ecológico, recreativo, educativo, abastecimento de água potável, receptor de águas pluviais e descarga de efluentes após o tratamento; navegação e produção de energia elétrica. Contudo, a paulatina degradação, representada por diferentes fatores como canalização dos cursos d’água, adulteração de seu leito pelas retificações, uso da calha de escoamento como local de descarte de resíduos e remoção da vegetação ciliar, resulta no desaparecimento dos rios em meio à ocupação urbana.

Nesse sentido, as cidades mostram, ao longo do tempo, transformações no uso e ocupação do solo, com sucessivos estágios de crescimento espacial e de urbanização, desde a fase do pré-urbano ao urbano avançado (CHOW, 1964) com suas implicações no nível de degradação da bacia. Dentro do mesmo conceito, mas com outro olhar, os países em desenvolvimento, localizados nos trópicos, têm passado por rápido processo de urbanização e muitas cidades têm apenas algumas centenas de anos e foram criadas para a função de ponto de apoio de comércio regional ou de centro administrativo por forças colonial ou regional. Nesse sentido, as condições locais, na maioria das vezes, não foram levadas em consideração e, conseqüentemente, muitas dessas cidades cresceram em áreas de risco ou em locais de ambiente extremamente sensível. Essas cidades, ao longo do processo histórico, expandiram-se sobre terrenos de condições muitas vezes impróprias como planícies de inundação, pântanos costeiros, encostas íngremes ou dunas de areia. (CUNHA, 2006, p. 2)

### **3.2.1 O Uso dos Recursos Hídricos Superficiais e a Vegetação**

Conforme Almeida, Cunha e Nascimento (2012), a vegetação é um importante indicador geoambiental, devido a influência que sofre dos fatores climáticos, edafológicos e bióticos, além de exercer importante papel na estabilização dos geoambientes, tendo em vista a proteção que oferece aos solos em relação aos efeitos dos processos erosivos, assim como também facilita a distribuição, infiltração e acúmulo das águas pluviais, e ainda influencia nas condições climáticas do ambiente.

Nos estudos morfodinâmicos, a cobertura vegetal assume um papel de destaque atuando como elemento estabilizador. Algumas variáveis (clima, geologia, geomorfologia, solo) podem sofrer o efeito da alteração na cobertura vegetal. A exemplo, no momento que são feitas alterações na cobertura vegetal, direta ou indiretamente impacta-se o ciclo hidrológico, pois a capacidade de infiltração e acumulação natural desse recurso nas zonas de alteração, nos aquíferos e consequentemente sua capacidade de alimentar as plantas, animais e os homens são reduzidos; modifica-se também a pedogênese aumentando a possibilidade de erosão pluvial pela falta da interceptação das gotas da chuva e aumento de sua energia potencial. (ALMEIDA; CUNHA; NASCIMENTO, 2012, p. 2)

Segundo Teixeira *et al.* (2009), quando a vegetação é preservada, a infiltração da água é favorecida pelas raízes das plantas. Ela também retarda o fluxo de parte da água que atinge o solo pela interceptação das suas partes superiores, sendo o excesso lentamente liberado até alcançar sua superfície.

As matas ciliares são também chamadas de vegetações ripárias, vegetações ribeirinhas, galerias etc. Estes termos servem para denominar a vegetação predominante nas margens de rios e reservatórios naturais e/ou artificiais d'água. Etimologicamente o termo mata ciliar é usado pelo fato desta vegetação funcionar como uma espécie de “cílio”, evitando que grande quantidade de terra seja carregada para os mananciais (LOURENÇO, 2015, p. 257)

Teixeira *et al.* (2009) também enfatizam que o avanço urbano e a destruição da vegetação ocasiona a redução da quantidade de água infiltrada em áreas densamente ocupadas e zonas de intensa atividade agropecuária. Nos centros urbanos, as edificações e pavimentações impedem a infiltração, causando um aumento desordenado do escoamento da água superficial e redução do abastecimento do lençol subterrâneo. Na zona rural, o desmatamento é o principal responsável pela diminuição da infiltração. Além do desmatamento, a exposição de vertentes por plantações sem terraceamento e a compactação dos solos causada pelo intenso movimento de animais, como por exemplo, em áreas de criação de gado, também influencia consideravelmente na redução da infiltração.

As matas ciliares representam um importante fator de proteção dos percursos de águas correntes e de águas acumuladas. A preservação destas zonas, que devem permanecer intactas nas margens de rios e de reservatórios d'água é de grande importância para a garantia de sustentabilidade dos mananciais, uma vez que sua incidência nestas áreas é uma garantia da não ocorrência ou de amenização de vários impactos ambientais, tais como: assoreamento de rios e reservatórios d'água, má qualidade da água, proteção contra os efeitos das enxurradas, etc (LOURENÇO, 2015, pág. 258)

De acordo com Jobin *et al.* (2004), a preservação de habitats ribeirinhos são importantes para a conservação da biodiversidade em paisagens agrícolas intensivas. Em pesquisa realizada por estes autores na bacia hidrográfica do Rio Boyer (Canadá), eles destacam que o método mais eficaz para manter o nível atual de distribuição de habitats na paisagem é incentivar os proprietários de terra das margens do rio a preservarem a vegetação ripária da região, favorecendo a constituição de tiras arborizadas, o que propicia a conservação, tanto de espécies vegetais, como de animais.

A recuperação de matas beneficia não apenas a conservação das espécies, mas também a qualidade da água e a estética ambiental. Ações de restauração, incluindo a reativação de planícies aluviais, são esforços que protegem os serviços valiosos dos ecossistemas, tais como filtração de água, recreação e controle de inundações. A restauração e proteção de matas ciliares, portanto, é indispensável às necessidades humanas devido a sua contribuição para a conservação de rios (FREMIER *et al.*, 2015).

### **3.2.2 Aspectos Legais da Preservação dos Recursos Hídricos Superficiais**

No Brasil, o inciso III do artigo 20 da Constituição Federal enfatiza que os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, que sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais são bens da União. Já o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal enfatiza que cabe à União instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso. Visando regulamentar esse texto da Constituição Federal, em 8 de janeiro de 1997 foi sancionada a Lei Nº 9.433/97, conhecida popularmente como “Lei das águas”, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa Lei possui por base os seguintes fundamentos:

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, 1997, p. 01)

De acordo com estes fundamentos percebe-se que, apesar de a água ser um bem de domínio público, ela não pode ser utilizada de forma indiscriminada, pois se trata de um recurso natural limitado, e isso vem se tornando cada vez mais evidente já que frequentemente nos deparamos com situações de escassez da mesma. Os rios são importantes fontes de água doce, sendo assim, a preservação e revitalização destes mananciais são essenciais para a garantia da disponibilidade de água para as atuais e futuras gerações. Tratando-se de preservação e revitalização de cursos d'água, deve-se ter por base a localização do rio em relação as bacias e microbacias hidrográficas. Tendo esta base como referência, para garantir uma gestão eficiente do recurso hídrico considerado, é indispensável a participação efetiva de todos os atores (poder público, usuários e sociedade civil organizada). Para isso, também é importante observar o que versa nos objetivos da Lei Nº 9.433/97 :

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. (BRASIL, 1997, p. 01)

Em suas diretrizes, a Lei Nº 9.433/97 enfatiza que as ações para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos devem promover a adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país. Além disso, também promover a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental e com a gestão do uso do solo.

A Lei Federal Nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal) dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Ela estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação e faz ênfase às áreas de preservação permanente.

Destacando o que diz respeito aos cursos e corpos d'água, no Capítulo II desta Lei, o qual trata destas áreas, o artigo 4º destaca que são consideradas áreas de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas:



- as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima que varia de 30 a 500 metros, dependendo da largura do curso d'água;
- as áreas em torno de lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros, e 30 (trinta) metros em zonas urbanas;
- as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

Também com a finalidade de garantir a preservação destas áreas, no Ceará, a Lei estadual Nº 14.882 de 27/01/2011 estabelece normas neste sentido. Esta Lei dispõe sobre procedimentos ambientais simplificados para implantação e operação de empreendimentos e/ou atividades de porte micro com potencial degradador baixo e declara como órgão responsável pela emissão de licenças a Secretaria do Meio Ambiente do Estado (SEMACE). Os incisos IV e V, do Artigo 4º desta Lei, enfatizam que ficam sujeitos ao licenciamento simplificado por autodeclaração os empreendimentos: de habitação de interesse social de até 50 (cinquenta) unidades habitacionais, respeitando-se as Áreas de Preservação Permanente definidas em Lei pertinente; habitação de interesse social acima de 50 (cinquenta) unidades habitacionais implantadas em áreas urbanas consolidadas, respeitando-se as Áreas de Preservação Permanente já definidas em Lei.

### **3.3 Caracterização de Bacias Hidrográficas**

Uma bacia hidrográfica pode ser definida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. Superficialmente as águas escoam nos leitos de rios e riachos para as partes mais baixas da área. Tudo tem início nas cabeceiras que são constituídas por riachos que brotam em terrenos situados em serras e montanhas e, quando estas águas percorrem os riachos, vários riachos vão se unindo aumentando o volume e

formam assim os primeiros rios. Esses pequenos rios continuam o processo de drenagem e recebem água de outros cursos d'água e dessa maneira formam os rios maiores até desembocarem no oceano (TEODORO *et al.*, 2007).

Conforme Cunha (2006), as bacias hidrográficas constituem territórios específicos dos quais as cidades também fazem parte como elementos integradores ou como uma das unidades geoambientais (geologia, morfologia, solo, vegetação, hidroclimatologia, socioeconomia, etc). Sendo assim, particularmente os rios que cortam áreas urbanas ou áreas marginais de territórios urbanos, em uma visão geoambiental, expressam uma interação entre os diversos sistemas existentes na bacia hidrográfica com seus respectivos estados de equilíbrio e de degradação.

Para analisar os cursos de água e extrair conclusões sobre o seu estado, inicialmente se faz necessário conhecer as características morfológicas e os componentes responsáveis pela configuração natural dos rios. Além desse aspecto, o conhecimento hidrológico constitui outra parte essencial que acompanha o estudo dos cursos de água, pois a manutenção do sistema de escoamento depende dos processos hidrológicos.

As características morfométricas merecem destaque nesta pesquisa porque refletem algumas propriedades do terreno. O Quadro 1 apresenta uma síntese destas características.

**Quadro 1: Características morfométricas de bacias hidrográficas**

<b>Características Morfométricas</b>	<b>Tipo de análises</b>
<b>Característica Geométricas</b>	Área total Perímetro total Coeficiente de compactidade (Kc) Fator de forma (F) Índice de circularidade (IC) Padrão de drenagem
<b>Características do Relevo</b>	Orientação Declividade mínima Declividade média Declividade máxima Altitude mínima Altitude média Altitude máxima Declividade média do curso d'água principal
<b>Características da Rede de Drenagem</b>	Comprimento do curso d'água principal Comprimento total dos cursos d'água Densidade de drenagem (Dd) Ordem dos cursos d'água

Fonte: Teodoro *et al.* (2007).

De acordo com Teodoro *et al.* (2007), fazer a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos procedimentos iniciais e dos mais usados para realização de análises hidrológicas ou ambientais, e visa identificar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional. Citando Antonelli e Thomaz (2007), os autores enfatizam que a combinação dos diversos dados morfométricos propiciam fazer a diferenciação de áreas homogêneas. Além do mais, estes procedimentos podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais. Destaca-se também sua importância nos estudos sobre vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas.

É importante também diferenciar os termos sub-bacia e microbacia hidrográfica. Segundo Attanasio (2004 apud Teodoro *et al.*, 2007, p. 141-142), uma sub-bacia é a unidade física caracterizada como uma área de terra drenada por um determinado curso d'água e limitada, perifericamente, pelo chamado divisor de águas e uma microbacia é a unidade básica de planejamento para compatibilização da preservação dos recursos naturais e da produção agropecuária. As microbacias hidrográficas possuem características ecológicas, geomorfológicas e sociais integradoras, o que possibilita a abordagem holística e participativa, envolvendo estudos interdisciplinares para o estabelecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerentes ao local e região onde forem implementados.

De modo geral, uma bacia hidrográfica está conectada a outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Dessa forma, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos, dependendo para sua caracterização dos pontos na área de drenagem que se tomem como referência (TEODORO *et al.*, 2007).

### **3.4 Degradação ambiental de rios**

Para se falar de degradação ambiental de rios é necessário considerar fatores que propiciem analisar a situação. A visualização do grau de degradação de um rio requer uma análise detalhada destes fatores através da utilização de indicadores que, quando analisados adequadamente, refletem o grau de degradação em que o rio se encontra.

Costa (2008) aborda os principais fatores a serem considerados para uma análise de degradação ambiental, além das consequências que estes fatores podem ocasionar ao meio. Esses fatores são apresentados no Quadro 2.

**Quadro 2: Fatores de degradação ambiental e suas consequências no meio físico, biótico e antrópico.**

<b>FATOR DE DEGRADAÇÃO</b>	<b>CONSEQUÊNCIAS (MEIO FÍSICO, BIÓTICO E ANTRÓPICO)</b>
<b>Degradação e/ou remoção da mata ciliar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instabilidade das margens causando erosão e assoreamento</li> <li>• Aumento das inundações</li> <li>• Alterações e desequilíbrios climáticos</li> <li>• Diminuição da biodiversidade da região (fauna e flora)</li> </ul>
<b>Erosão das margens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenômenos de sedimentação e assoreamento preenchendo o volume original dos cursos d'água, contribuindo assim para a ocorrência de enchentes</li> <li>• Morte da fauna e da flora no fundo dos rios e lagos por soterramento</li> <li>• Turbidez das águas dificultando a ação da luz solar na realização da fotossíntese, importante para a purificação e oxigenação das águas</li> <li>• Deslocamentos repentinos de grandes massas de terra e rochas que desabam talude abaixo podem causar grandes tragédias</li> </ul>
<b>Assoreamento da seção Transversal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição da capacidade de escoamento dos condutos, rios e lagos urbanos</li> </ul>
<b>Obstrução ao escoamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduz a capacidade de escoamento</li> <li>• A obstrução é causada por construções deixa pouco espaço para a drenagem trazendo riscos para a própria habitação</li> <li>• A obstrução por aumento de sedimentos e lixo além de contribuir para o mau funcionamento do sistema de drenagem piora as condições ambientais.</li> </ul>
<b>Retificação da seção transversal, corte de meandros e canalizações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destruição dos ecossistemas e eliminação das áreas naturais de inundação</li> <li>• Aumento da erosão</li> <li>• Aumento do risco de extravasamento das calhas dos rios em consequência da diminuição da retenção natural</li> <li>• Aumento da vazão de pico e da velocidade do escoamento</li> <li>• Degradação do ecossistema fluvial</li> <li>• Aumento do risco de inundações a jusante</li> </ul>
<b>Pontes (indicar em que estado encontra-se a seção transversal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geralmente são construídas sem a utilização de critérios de projeto compatíveis com as necessidades de escoamento das enchentes mais frequentes, podendo representar uma ameaça no momento de ocorrência de tais enchentes.</li> </ul>
<b>Presença de sedimentos e material sólido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição da qualidade estética e paisagística</li> <li>• Perda ou diminuição dos habitats naturais (terrestres ou aquáticos)</li> <li>• Contaminação das águas pluviais devido ao transporte de poluentes agregado ao sedimento</li> <li>• Crescimento excessivo de algas</li> <li>• Maus odores</li> <li>• Depósito de Lodo</li> </ul>
<b>Lançamento de efluentes</b>	
<b>Edificações públicas nas margens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impermeabilização do solo e conseqüente aumento na frequência de inundações</li> <li>• Aumento da poluição devido ao esgoto sanitário e o lixo gerado pelos moradores</li> <li>• Degradação das margens (erosão e sedimentação)</li> <li>• Diminuição da seção transversal</li> </ul>
<b>Edificações privadas nas margens</b>	

Fonte: Costa (2008)

Utilizando estes fatores no estudo de caso do córrego Rio Grande em Florianópolis, Costa (2008) observou que: a agressão à mata ciliar foi mais evidente nos trechos do córrego mais próximos da área urbanizada; da mesma forma que a mata ciliar, o lançamento de efluentes também foi mais evidente nestas áreas urbanizadas; com relação aos resíduos sólidos, foi observada a ocorrência em praticamente em todo o curso d'água, porém, resíduos de pequena dimensão com possibilidade de remoção manualmente; as pontes estão presentes em 2 (dois) dos 8 (oito) trechos considerados no estudo, sendo que onde elas ocorrem observou-se a obstrução da seção transversal por resíduos sólidos, galhos e restos de vegetação em torno dos pilares; a presença de resíduos sólidos nas margens não foi considerada muito relevante para o estado de degradação, observando-se a ocorrência de resíduos domésticos em alguns locais e resíduos de construção civil em outros; com relação a presença de edificações na zona de proteção legal foi observado que a margem direita encontra-se mais comprometida neste sentido, sendo constatada uma ocupação maior do que 25% em alguns trechos desta margem. No geral, no estudo deste córrego, observou-se que os trechos com maior grau de degradação coincidem com os trechos onde a ocupação dos solos é maior, de forma que a autora concluiu que a degradação do corpo d'água está intimamente relacionada às formas de uso e ocupação dos solos.

Filho (2010), utilizando parâmetros semelhantes aos de Costa (2008) no estudo de caso da Bacia do Rio do Meio em Florianópolis, obteve os seguintes resultados: o primeiro trecho dos 3 (três) considerados no estudo, apresentou baixos valores de impactos, sendo mais representativos no trecho a presença de edificações nas APP'S, seguida da remoção de mata ciliar e disposição inadequada de resíduos; no segundo trecho observou-se também como parâmetro mais significativo a presença de edificações, seguida do lançamento de efluentes e da disposição inadequada de resíduos sólidos; no terceiro e último trecho, as edificações, o lançamento de efluentes e a disposição inadequada de resíduos apresentam valores bem maiores do que nos outros trechos, sendo esse trecho o que está mais próximo de área urbanizada. O autor concluiu que o maior grau de degradação ocorreu no trecho mais próximo da urbanização e o menor grau de degradação ocorreu no trecho onde a incidência de urbanização é mínima.

### 3.5 Qualidade da água

Em se tratando da água, inicialmente se faz necessário enfatizar os quesitos de enquadramento dos corpos d'água. Para isso, é importante salientar o que a legislação vigente aborda sobre o enquadramento, tomando por base a resolução Nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA):

- o artigo 2º desta resolução caracteriza os 3 tipos de corpos d'água: águas doces (águas com salinidade igual ou inferior a 0,5%); águas salobras (águas com salinidade superior a 0,5 % e inferior a 30%); águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30%.

Para se obter uma noção real do grau de degradação de rios, além da análise dos fatores como os mencionados no Quadro 2, é necessária uma avaliação da qualidade das águas superficiais.

Vários indicadores são considerados para avaliar a qualidade da água, divididos em dois grupos principais: parâmetros físico-químicos e parâmetros microbiológicos.

Dentre os parâmetros físico-químicos utilizados para identificação da qualidade de águas destacam-se: cloretos, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), potencial hidrogeniônico (pH) e temperatura. Como parâmetro microbiológico foram considerados os coliformes termotolerantes (CTT). A vazão é uma variável quantitativa que também é muito importante para caracterização da qualidade de águas superficiais.

#### - Cloretos

Conforme Libânio (2005), a presença de cloretos em corpos d'água pode ter origem no lançamento de efluentes domésticos e industriais. A resolução Nº 357/2005 estabelece o valor máximo que os cloretos podem assumir, de acordo com o tipo e classe de água considerado. No caso de águas doces, para qualquer classe, o valor máximo aceitável é 250 mg/L.

No estudo de caso do rio Ipojuca, Sobral *et al.* (2005) enfatizam que nas análises realizadas as concentrações de cloretos oscilam entre 0 – 1000 mg/L, mas que depois de 1999, valores acima de 600 mg/L foram raras vezes registradas.

### - Condutividade elétrica (CE)

Libânio (2005) enfatiza que a condutividade elétrica indica a capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica devido a presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, sendo diretamente proporcional à concentração iônica. Enfatiza também que a condutividade constitui um importante indicador de lançamento de efluentes por relacionar-se à concentração de sólidos dissolvidos. Este autor também enfatiza que as águas naturais apresentam comumente condutividade inferior a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (microSiemens por centímetro), podendo atingir 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em corpos d'água receptores de elevadas cargas de efluentes domésticos e industriais.

A magnitude da concentração de sais dissolvidos na água pode influenciar direta ou indiretamente alguns de seus usos múltiplos, chegando até, em casos extremos, a inviabilizá-los. Esse conteúdo é geralmente expresso pela condutividade elétrica da água. Sendo a água pura um isolante elétrico, quanto maior for a sua condutividade elétrica, mais íons estarão presentes no líquido, aumentando, portanto, o risco de salinidade (BRASIL, 2005, p. 66)

### - Oxigênio dissolvido (OD)

A resolução Nº 357/2005 estabelece que o valor mínimo que este parâmetro pode assumir é de até 6 mg/L  $\text{O}_2$  para águas doces da classe 1, até 5 mg/L  $\text{O}_2$  para águas doces da classe 2 e até 4 mg/L  $\text{O}_2$  para águas doces da classe 3.

Vanzela, Hernandez e Franco (2010) com relação aos resultados da pesquisa realizada no Córrego Três Barras, enfatizam que foi observada a tendência de redução de OD com o aumento das áreas agricultadas, matas degradadas e moradias rurais.

Em pesquisa realizada no rio Ipojuca, rio intermitente localizado no estado do Pernambuco, fora da região costeira, Sobral *et al.* (2005) relata que os pontos de coletas depois de centros urbanos mostram valores de OD muito baixos. As estações localizadas nas proximidades da cidade de Caruaru, apresentam frequentemente valores de OD iguais a 0 mg/l. Também neste estudo de caso do rio Ipojuca relata-se que em um grupo de estações em que foram realizadas coletas os valores de OD revelam uma dependência em função do período do ano, surgindo em períodos de chuvas valores mais altos e em períodos secos valores mais baixos.

No estudo realizado no rio Catu, Ribeiro (2011) identificou que nos pontos onde ocorrem lançamento de esgotos os valores de OD foram menores do que nos outros pontos, atribuindo assim a esse lançamento de esgotos o fator responsável pela diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido.

Bispo (2015) apresentando os resultados de OD na bacia do Salgado em Juazeiro do Norte, menciona que em 90% das amostras os valores estavam abaixo do recomendado pela resolução N° 357 para águas de classe 2. Explica este fenômeno pelo fato de que a maioria dos cursos d'água que compõem este sistema recebem diariamente elevadas cargas de poluentes orgânicos e inorgânicos provenientes de usos domésticos e industriais, contribuindo para a diminuição dos valores de OD.

Libânio (2005) enfatiza que a redução de OD pode ocorrer por razões naturais, principalmente pela respiração de organismos presentes no ambiente aquático. Segundo este autor, a concentração de OD pode aumentar em dias de intensa atividade fotossintética da comunidade algal e das plantas aquáticas.

Sguarezi *et al.* (2007), menciona a correlação do aumento da quantidade de oxigênio dissolvido com a diminuição da temperatura e a presença de grupos de macro algas.

#### **- Demanda química de oxigênio (DQO)**

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) não é citada na legislação vigente como parâmetro de caracterização da qualidade da água.

Conforme Bado, Percio e Lindino (2013), a análise da Demanda Química de Oxigênio (DQO) é um parâmetro utilizado como indicador da concentração de matéria orgânica presente em águas residuárias ou superficiais, sendo muito utilizado no monitoramento de estações de tratamento para a avaliação da contaminação dos efluentes industriais.

Libânio (2005) menciona que tanto a DQO como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) expressam a presença de matéria orgânica, constituindo-se um importante indicador de qualidade das águas naturais.

Borges, Galbiatti e Ferraudo (2003), ao realizarem o Monitoramento da Qualidade Hídrica e Eficiência de Interceptores de Esgoto em Cursos d'Água Urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal – SP, no período de maio de 1999 à abril de 2000, detectaram que os valores menores mensais de DQO ocorreram nos locais de coleta à



montante da cidade. Segundo estes autores, à montante da cidade os córregos recebem influência rural de erosão, práticas agropecuaristas e psicultura. Já na área urbana foi detectado como influências principais a presença de esgoto doméstico, entulhos, escoamento superficial, produtos químicos e animais domésticos.

Ainda com relação ao Córrego Jaboticabal, os autores verificaram que a partir de agosto dois pontos de coletas apresentaram redução na DQO, coincidindo com o período de coletas de esgotos nas margens destes locais, reduzindo desta forma o teor de compostos orgânicos nas águas. Também verificaram que a melhor qualidade da água, considerando os valores de DQO, ocorre em pontos de coletas onde a incidência de ações antrópicas não é presente diretamente (BORGES; GALBIATTI; FERRAUDO, 2003).

Em estudo realizado na bacia do Salgado, Bispo (2015) verificou que as maiores concentrações de DQO foram identificadas no riacho dos Macacos, onde a concentração de matéria orgânica é mais evidente.

#### **- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)**

A resolução Nº 357/2005 estabelece que o valor máximo para águas doces da classe 1 é 3 mg/L O<sub>2</sub>, 5 mg/L O<sub>2</sub> para águas da classe 2 e 10 mg/L O<sub>2</sub> para águas da classe 3.

Segundo Libânio (2005), a DBO refere-se à matéria orgânica passível de ser estabilizada biologicamente, enquanto a DQO engloba a parcela estabilizada quimicamente. Águas naturais utilizadas para abastecimento apresentam comumente DBO inferior a 5 mg/L e valores mais elevados sucedem-se em corpos d'água receptores de efluentes domésticos (DBO da ordem de 200 a 300 mg/L).

No estudo realizado no rio Catu, os pontos em que ocorreram os maiores valores de DBO são pontos em que efetivamente há uma carga muito grande de esgotos domésticos e industriais, que são lançados diretamente no rio sem nenhum tratamento (RIBEIRO, 2011).

No estudo realizado na bacia do Salgado, o ponto situado no riacho dos macacos é o que apresentou maior concentração de DBO, justamente onde a poluição é mais evidente (BISPO, 2015)

Conforme Sobral *et al.* (2005), resultados semelhantes também ocorrem no estudo de caso do rio Ipojuca. Segundo os autores, é comum a incidência de valores de DBO mais altos nos pontos onde a poluição é mais evidente, principalmente em períodos de seca.

### - Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do ambiente aquático.

O pH influi no grau de solubilidade de diversas substâncias, na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, definindo inclusive o potencial de toxicidade de vários elementos (LIBÂNIO, 2005)

A resolução Nº 357/2005 estabelece que o valor ideal para qualquer classe de água doce é o intervalo de 6,0 à 9,0.

Libânio (2005) afirma que águas naturais de superfície cujo pH se encontra numa escala de 6,0 à 8,5 são ambientes adequados à manutenção da vida aquática.

Conforme Brasil (2005), um aspecto importante dos rios da região diz respeito à coloração de suas águas, resultante das características físicas e químicas. Há os rios de águas brancas, cujas águas brancas são relativamente ricas em nutrientes, tanto em matéria orgânica quanto inorgânica, e seu pH varia entre 6,2 e 7,2. O percentual de íons minerais também é elevado (cálcio, magnésio, sódio, potássio, por exemplo). Há também os rios de “águas pretas”, que são transparentes, porém de coloração mais escura. Tais rios apresentam baixa carga de sedimentos em virtude do fraco processo de erosão dos terrenos e da densa vegetação. Também apresentam baixa concentração de cálcio e magnésio e pH ácido (3,8 a 4,9).

No estudo de caso do rio Ipojuca, Sobral *et al.* (2005) ao comparar os resultados da região de plantação da cana de açúcar com os outros trechos do rio, perceberam que os valores do pH são mais baixos nas regiões de plantação da cana de açúcar, do que nos outros trechos do rio, coincidindo também esses valores mais baixos com o período do ano que ocorre a safra do açúcar e conseqüentemente com o período ativo das usinas.

### - Temperatura

A temperatura não é citada na legislação vigente como parâmetro para a determinação da qualidade de água, porém, está sempre presente nas pesquisas realizadas para tal fim.

Segundo Libânio (2005), a temperatura é diretamente proporcional à velocidade das reações químicas, à solubilidade das substâncias e ao metabolismo dos organismos presentes no meio aquático. A alteração da temperatura de águas naturais ocorre principalmente devido

à insolação e, quando devido à ação antrópica, de despejos industriais e águas de refrigeração de máquinas e caldeiras.

De acordo com Necchi *et al.* (2000 apud Sguarezi *et al.* 2007), as margens de córregos rodeadas por mata ciliar geralmente apresentam menores temperaturas devido à sombra que reduz a radiação incidente e esta vegetação nas margens dos rios funciona como camada protetora do solo evitando lixiviação e carregamento do solo que escorre para dentro d'água. Para Maier (1978 apud Sguarezi *et al.* 2007), modificações na temperatura da água podem ocorrer devido a condições de velocidade da vazão, estação do ano e hora do dia. Depende também da condição a montante como, por exemplo, o tipo de substrato e se ocorreu represamento da água. O material em suspensão também pode influenciar na temperatura da água dos córregos, pois grandes concentrações de tais materiais absorvem frequentemente grande quantidade de calor.

#### **- Coliformes termotolerantes (CTT)**

Segundo Libânio (2005), as bactérias do grupo coliforme apresentam diversas características que explicam o extensivo emprego como indicadores microbiológicos de qualidade de água. A principal característica deste grupo de bactérias que induz o emprego da identificação destes microrganismos em corpos d'água como indicador de qualidade é a elevada quantidade eliminada diariamente por um indivíduo (de 1/3 a 1/5 do peso das fezes), culminando com concentrações nos esgotos domésticos de  $10^6$  a  $10^8$  organismos/mL, o que eleva a probabilidade da detecção dos coliformes (denominados termotolerantes) nas amostras de água bruta e a possibilidade da presença de patogênicos associados a eles.

A utilização dos coliformes termotolerantes como indicador de qualidade de água é muito expressivo. No diagnóstico da qualidade da bacia do rio Paraíba do Sul, esse parâmetro compromete a qualidade da água em todas as estações de coletas, particularmente naquelas em que a influência dos despejos domésticos é mais acentuada, ou seja, nas proximidades das grandes cidades ribeirinhas: Juiz de Fora, Cataguazes e Muriaé (BRASIL, 2005).

No rio Ipojuca foi observado um aumento da carga com coliformes fecais durante os anos noventa. Ainda hoje são detectados valores muito altos. O ponto mais poluído é o localizado a jusante da cidade de Caruaru. Desde o começo dos anos noventa, a maioria das coletas mostra valores acima de 100.000 col.fec./100 ml. As coletas de um grupo de estações

mostra uma evidente dependência do tempo do ano, com valores altos no período seco. As outras estações não têm esse impacto (SOBRAL *et al.*, 2005).

#### **- Vazão**

Apesar de não ser um fator indicador de qualidade da água, a consideração da vazão se faz importante em análises de águas superficiais de rios porque, segundo Nascimento & Heller (2005), os fatores de degradação dos cursos d'água estão relacionados aos processos hidrológicos no meio urbano. Desta forma, o estudo destes fatores engloba a observação de alterações no sistema natural dos rios, tais como a relação chuva-vazão que pode influenciar diretamente na poluição difusa de origem pluvial e seus impactos sobre os meios receptores, na poluição das águas por esgotos sanitários e na presença de resíduos sólidos nos sistemas de drenagem pluvial e corpos hídricos.

### **3.5.1 Índice de qualidade das águas (IQA)**

Vários indicadores são considerados para avaliar a qualidade das águas. A seleção de indicadores para o cálculo depende da metodologia adotada para tal fim e das peculiaridades do corpo d'água a ser analisado.

Conforme Sarkar & Abbasi (2006), existem quatro etapas principais envolvidas no desenvolvimento de um índice de qualidade da água:

**Seleção de parâmetros** - uma amostra de água dada pode conter centenas de constituintes; No entanto, é necessário selecionar o conjunto ótimo de parâmetros que, juntos, refletem a qualidade geral da água em relação a um determinado uso final.

**Transformações dos parâmetros de diferentes unidades e dimensões em uma escala comum** - Diferentes parâmetros ocorrem em diferentes intervalos, são expressos em diferentes unidades e têm diferentes comportamentos em termos de relações de concentração-impacto. O sub-índice é desenvolvido para os respectivos parâmetros, a fim de transformá-los em uma escala comum.

**Atribuição de ponderações adequadas aos respectivos parâmetros** - na maioria dos índices de qualidade da água, aos parâmetros selecionados de qualidade da água são atribuídos pesos dependendo da sua importância ao impactar a qualidade da água. Vários métodos tem sido empregado até agora para a atribuição de pesos aos parâmetros.

**Avaliação do índice final através da agregação dos respectivos Sub-índices** - Diferentes índices empregam diferentes variantes de agregação e técnicas, dependendo do tipo de uso final. Alguns dos variantes empregados comumente são as funções de agregação e somas ponderadas.

Os autores Liou; Lo; Wang (2004) relatam um modelo de índice generalizado para cálculo do IQA em Taiwan e sua aplicação no rio Keya. Neste modelo são empregados treze parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), demanda biológica de oxigênio (DBO), nitrogênio amoniacal, coliformes fecais, turbidez, sólidos em suspensão, temperatura, pH, cádmio, chumbo, cromo, cobre e zinco.

As medições para cada variável são convertidas em valores em uma escala de intervalo variando de 0 a 100, de acordo com o grau de qualidade da água, do pior ao mais alto. Os critérios para os valores referem-se à classificação de critérios nacionais de água, fonte de água adotados por outros países, os antecedentes dados sobre a qualidade da água e os padrões legislados de Taiwan, etc.

Para cada um deles é referido o índice de concentração, que é calculado a partir do seguinte equação (1):

$$ri = \frac{Ci}{Si} \quad (1)$$

onde  $ri$  = relação de concentração de substância  $i$ ;  $Ci$  = concentração da substância ( $\text{mgL}^{-1}$ ) e  $Si$  = concentração máxima admissível ( $\text{mg L}^{-1}$ ). Cada um deles são comparados aos critérios de gerenciamento que representam os limites superiores da concentração do efluente.

Após a ampliação dos parâmetros, a análise dos principais componentes é aplicada para reconhecer as características comuns entre as variáveis.

Said, Stevens, Sehlke (2004), apresentam um índice para avaliar a qualidade de águas em córregos. A equação do IQA foi desenvolvida em duas etapas. A primeira classifica as variáveis de qualidade da água de acordo com seu significado. As variáveis incluídas no novo IQA são OD, fosfatos totais, coliformes fecais, turbidez, e condutividade específica. Na

segunda etapa, várias formas foram testadas para dar o maior peso seguido dos coliformes fecais e fósforo total. A porcentagem de saturação reflete o efeito da temperatura e Turbidez específica. A menor influência foi dada à condutividade. Em seguida foi selecionado o formulário que mantém o índice de forma simples, um intervalo numérico razoável. O logaritmo foi usado para dar números pequenos que são facilmente usados pelos decisores de gestão, as partes interessadas, e o público em geral também. Uma análise de sensibilidade foi realizada para testar o desempenho e verificar que as influências apropriadas foram dadas para as variáveis de qualidade da água.

Na etapa final, os pesos das variáveis foram escolhido para o IQA com base no efeito de cada variável conforme as condições em que a água se apresentava no local. Para calcular este índice, não é necessário padronizar as variáveis. Os cálculos são simplificados através da eliminação de subíndices (porcentagem de situação ideal de cada variável). O índice proposto é:

$$IQA = LOG \frac{OD}{(3,8)^{TP} (Turb)^{0,15} (15)^{\frac{Fcol}{1000} + 0,14} (SC)^{0,5}} \quad (2)$$

Onde: IQA é o índice de qualidade da água; OD é a quantidade de oxigênio dissolvido (% de saturação de oxigênio); Turb. é a Turbidez (unidades de turbidez nefelométrica [NTU]); TP é o total de fosfatos (mg / L) FCol é o coliforme fecal (contagem / 100 mL) SC é a condutividade específica em (S / cm a 25 ° C)

O índice foi projetado para variar de 0 a 3. O valor máximo ou ideal deste índice é 3. Águas muito boas têm 100% de oxigênio dissolvido, sem fosfatos, não apresenta coliformes fecais, turbidez inferior a 1 NTU e condutividade específica inferior a 5 S / cm. Para águas com essas características o valor desse índice é 3. Na escala adotada, de 3 a 2, a água é aceitável. Se uma ou duas variáveis tiverem deteriorado, o valor desse índice será inferior a 2. Se a maioria das variáveis se deteriorou, o índice é menos de 1, o que significa que a qualidade da água é fraca.

Said, Stevens, Sehlke (2004) também enfatizam que o padrão de potabilidade para a condutividade é de 5 µS/cm e que, para fins recreativos os Estados Unidos adotam como padrão para águas com fins recreativos os valores máximos de *Escherichia coli* de 126 organismos / 100 mL e para a concentração de OD o mínimo de 5 mg / L.

Dadolahi-Sohrab, Arjomand, Fadaei-Nasab (2012), enfatizam um índice de qualidade de água utilizado em bacias hidrográficas da parte sudoeste do Irã. Para determinação deste índice são analisados os parâmetros pH, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido (DO), sólidos totais suspensos, demanda química de oxigênio (DQO), demanda biológica de oxigênio (DBO), sólidos totais dissolvidos, Bicarbonato, cloreto, amoníaco, nitrato, fosfato, sulfato e os metais pesados (Fe, Zn, Cu, Pb e Hg).

O IQA é o resultado da quadratura da soma dos produtos classificação de qualidade (qi) da água e da ponderação de cada parâmetro (wi) dividido por 100, de acordo com a seguinte equação (3):

$$IQA = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{i=10} (qiwi)^2 \quad (3)$$

Se os valores do IQA estiverem na faixa de 0-25, a água deve ser classificada como "muito ruim"; para um valor IQA na faixa de 25-50, a água é classificada como "ruim"; Para os valores de IQA no intervalo de 51-70, a classificação da água é "média"; finalmente, quando os valores do IQA estão dentro do alcance de 71-90 e 91-100, a água é classificada como "boa" e como 'Excelente', respectivamente.

Kaurish & Younos (2007), ao desenvolver um índice de qualidade de águas superficiais, estabelecem níveis de classificação considerando cada parâmetro utilizado na avaliação, podendo o corpo d'água ser classificado como excepcional, excelente, boa, média, pobre, crítico e letal (Tabela 1).

**Tabela 1: Qualidade das águas de acordo com Kaurish & Younos (2007)**

Qualidade	Temperatura (°C)	OD (mg/l)	pH		Condutividade (µS/cm)	OD Saturação (%)	
Excepcional	<20	>9,50	7 – 7,99		< 100	95-104,99	
Excelente	20-24,99	8,50 -9,50	6,35-6,99	8-8,64	100 – 174,9	90-94,99	105-109,99
Boa	25-27,49	7,50- 8,49	6-6,34	8,65-8,69	175 – 249,99	80-89,99	110-119,99
Média	27,50-29,99	6,50-7,49	5,35-5,99	9-9,64	250 – 499,99	70-79,99	120-129,99
Pobre	30-32,49	5,50-6,49	4,65-5,34	9,65-9,99	500 – 999,99	60-69,99	130-139,99
Crítico	32,50-35	4,50-5,49	4,50-4,64	10-10,50	1.000 - 3000	50-59,99	140-150,00
Letal	>35	<4,50	<4,50	>10,50	> 3.000	<50	>150

No Brasil, conforme Costa & Ferreira (2015), o cálculo do IQA tem por base o índice proposto em 1970 pela National Sanitation Foundation, nos Estados Unidos. Esse índice começou a ser usado no Brasil em 1975 e hoje é o principal índice de qualidade de água utilizado no Brasil.

Este índice traz como informação agregada a contaminação das águas em decorrência de matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes e qualifica os resultados dos 9 parâmetros utilizados (coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido). Esses valores variam entre 0 e 100 e a classificação é tida como Muito Ruim ( $0 \leq IQA \leq 25$ ), Ruim ( $25 < IQA \leq 50$ ), Médio ( $50 < IQA \leq 70$ ), Bom ( $70 < IQA \leq 90$ ) e Excelente ( $90 < IQA \leq 100$ ) (COSTA; FERREIRA, 2015, Pág. 26).

Os estados brasileiros que adotam este índice utilizam uma versão adaptada da proposta original, composta por estes nove parâmetros, com seus respectivos pesos, fixados em função da importância para a conformação global da qualidade da água.

### 3.6 Revitalização de rios

Inicialmente é importante diferenciar alguns termos relacionados a temática deste trabalho, a saber: restauração, reabilitação, remediação e renaturalização merecem destaque. O termo restauração diz respeito a volta de um ambiente natural completamente recuperado. O termo reabilitação é designado para uma situação ao longo de alguns vetores da restauração onde constituintes do meio biofísico natural são retomados, porém não completamente. Já o termo Remediação representa a melhoria de um ambiente local e não a volta ao ecossistema inicial. Algumas alterações em bacias hidrográficas causam transformações irreversíveis no ecossistema. Desta forma, a restauração destes ecossistemas não pode ser alcançada completamente, aconselhando-se assim o emprego do termo reabilitação.

No Brasil equivalente à definição de **reabilitação** apresentada por Findlay & Taylor (2006), a bibliografia existente apresenta como sinônimos os termos **renaturalização** e **revitalização**.

Findlay & Taylor (2006) dizem também que ao invés de tentar reabilitar áreas já degradadas, é melhor dar atenção àquelas que ainda não foram impactadas pelas ações antrópicas. Deste modo, pode-se dizer que nos conceitos e diretrizes da revitalização dos cursos d'água, insere-se um caráter **preservacionista**, ou seja, é importante **preservar** as áreas que ainda não foram degradadas. (COSTA, 2008, p. 50)

De acordo com Henriques Neto (2010), a revitalização de uma bacia hidrográfica requer inicialmente o levantamento das alterações iniciais do ecossistema considerado, quer sejam alterações naturais ou alterações causadas pelas ações antrópicas que estão



prejudicando o meio físico e as funções do ecossistema. Revitalizar estas áreas é uma ação desafiadora pelo fato de ser impossível voltar às condições iniciais do objeto de estudo, a partir do momento que ele já foi alterado.

Seguem algumas diretrizes para a recuperação de rios e córregos em áreas urbanas, segundo Selles (2001):

- “Proporcionar uma evolução dos cursos d’água com áreas adicionais para recuperação de uma morfologia mais natural, dentro do possível;
- Impedir o lançamento de esgotos sem tratamento em rios e córregos;
- Impedir a disposição de lixo nas margens e nos leitos de rios e córregos
- Promover a melhoria dos rios já canalizados, buscando a valorização da paisagem e adaptando-os para seu aproveitamento, principalmente como área de recreação e lazer” (HENRIQUES NETO, 2010, p. 12).

Conforme Chen (2017), a degradação dos ecossistemas fluviais urbanos representa uma séria ameaça ao desenvolvimento sustentável urbano. Especialmente nos países em desenvolvimento, como a China, a degradação dos cursos de água que correm pela maioria das cidades chinesas tornou-se uma séria ameaça ao desenvolvimento urbano sustentável e esforços extensivos foram dedicados à restauração ecológica urbanista na última década. A área de Guangzhou, a capital da província de Guangdong, no sul da China, é um exemplo da implementação destes projetos. A água do rio na maioria dos cursos de água em Guangzhou tem sido praticamente disfuncional. Em 2010, a qualidade da água de 212 seções de monitoramento (97,2%) foi classificada como Grade V + (abaixo da pior classificação, de acordo com as Normas de Qualidade Ambiental nacionais - Ministério da Proteção Ambiental da República Popular da China , 2002), que indica que a água se tornou imprópria para qualquer uso prático ou funcional.

Para ressuscitar os serviços ecossistêmicos do rio das Pérolas, tais como a recreação e a estética, o governo municipal de Guangzhou começou a limpar o rio em 2005 através de projetos de revitalização, incluindo a reabilitação de ecossistemas ribeirinhos, de tratamento de águas residuais. A qualidade da água nos canais restaurados tem sido melhorada a partir do Grau V (apenas para uso agrícola ou paisagem) ou V + ao Grau IV (para uso industrial ou uso recreativo de não contato com o corpo), e provavelmente ao Grau III (nadável). No entanto, os registros de monitoramento revelaram que 38 dos 42 principais afluentes dentro da área central construída da cidade de Guuangzhou (excluindo dois canais principais do rio das Pérolas) ainda estavam fortemente poluídos em 2013 (CHEN, 2017).

Conforme Idajati (2014), Surabaya (cidade da Indonésia) vem enfrentado desafios no decorrer dos tempos com relação à qualidade da água, principalmente no que diz respeito ao rio Kalimas, que corta a mesma. A área em torno do rio perdeu seu valor e para evitar uma maior degradação ambiental e diminuição da produtividade do rio, sentiu-se a necessidade de realizar a revitalização de suas margens. O planejamento de revitalização do rio Kalimas teve como ponto de partida o estabelecimento dos seguintes objetivos:

- Avaliação do uso do solo nas proximidades do rio;
- Dar alguma solução para a degradação ambiental explorando o potencial natural do rio a partir do desenvolvimento de políticas regionais e de políticas nacionais;
- Revitalizar e explorar o potencial social e econômico na área do rio;
- Preparar o planejamento espacial do rio Kalimas, especialmente para envolver a participação comunitária e o desenvolvimento de pequenas e médias empresas;

Ainda segundo Idajati (2014), para alcançar estes objetivos, algumas estratégias foram estabelecidas:

- Criação de uma ligação entre o Rio Kalimas e a área histórica em Surabaya;
- Criação de uma ligação entre o Rio Kalimas e as atividades principais da cidade (educação, comércio, etc);
- Integração da área do mar e do rio para criar uma cidade costeira em Surabaya;
- Integrar o desenvolvimento do sistema de transportes e das instalações, não só o transporte terrestre, mas também o transporte através da água;
- Criação de áreas verdes abertas ao longo do rio Kalimas;
- Criação de atrativas atividades sociais e econômicas ao longo do rio;
- Incentivar a participação dos investidores privados e da comunidade na revitalização do rio Kalimas.

Um exemplo claro de aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Nº 9.433/97) é o Projeto de Conservação e Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Este projeto foi oficializado por meio do Decreto Presidencial de 5/6/2001 e teve por finalidade melhorar as condições de oferta de água, de acordo com a prioridade de usos, através da consolidação de objetivos definidos pelo Comitê Gestor, e em conformidade com os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos. Na mesma data, através de outro Decreto Presidencial, foi instituído o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio

São Francisco (CBHSF) composto por representantes dos poderes públicos federal, estadual e municipal e por representantes da sociedade civil e dos usuários de recursos hídricos da bacia, tendo como ações básicas na área de atuação, além de outras, a promoção de debates relacionados com os recursos hídricos, contribuindo para o caráter participativo da sua gestão. O Comitê conta com a Agência de Bacia como órgão executivo, que tem suas atividades relacionadas com a Agência Nacional de Águas (ANA) e os órgãos estaduais (BRASIL, 2012).

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), é o principal órgão executor das ações de recuperação e controle dos processos erosivos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF). Segundo esta companhia:

Trabalhar com recuperação e controle de processos erosivos significa trabalhar com recuperação de áreas degradadas, ou seja, áreas que perderam ao menos parte de suas funções ambientais, de regulação do regime hídrico, de proteção do solo contra erosão, do aquífero subterrâneo, de margens dos rios, dentre outras. Tal recuperação é um processo lento, que tem início com a articulação interinstitucional, passando pelos trabalhos de educação/sensibilização ambiental e materializando-se nas intervenções de campo. (BRASIL: 2012, pág. 29)

Várias estratégias podem ser utilizadas no intuito de recuperar e controlar os processos erosivos: a construção de bacias de captação de enxurradas, chamadas barraginhas, que servem para o aproveitamento das águas das chuvas nos pontos de recarga do lençol freático; implantação de terraços ou curvas de nível como mecanismo de retenção de solo e infiltração de água em terrenos em declive; reflorestamento e/ou cercamento de nascentes, matas ciliares e topos de morros; e a readequação ambiental de estradas vicinais, consideradas importantes precursoras de processos erosivos. Aliadas a essas ações, existem outras como as de contenção de barrancas e o desassoreamento do leito dos rios (BRASIL, 2012).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa foi tratada de forma exploratória, natureza qualitativa e quantitativa, delineada por uma pesquisa bibliográfica e experimental. Sendo assim, conforme Ventura (2007), o presente estudo é constituído por uma pesquisa empírica, pois os conhecimentos abordados na revisão bibliográfica foram utilizados para a observação da realidade através da análise de fenômenos atuais, tendo por base experiências anteriores que abordaram temáticas semelhantes a esta, de forma que esta pesquisa empírica se encontra concretizada através de um estudo de caso desenvolvido em pleno semiárido cearense.

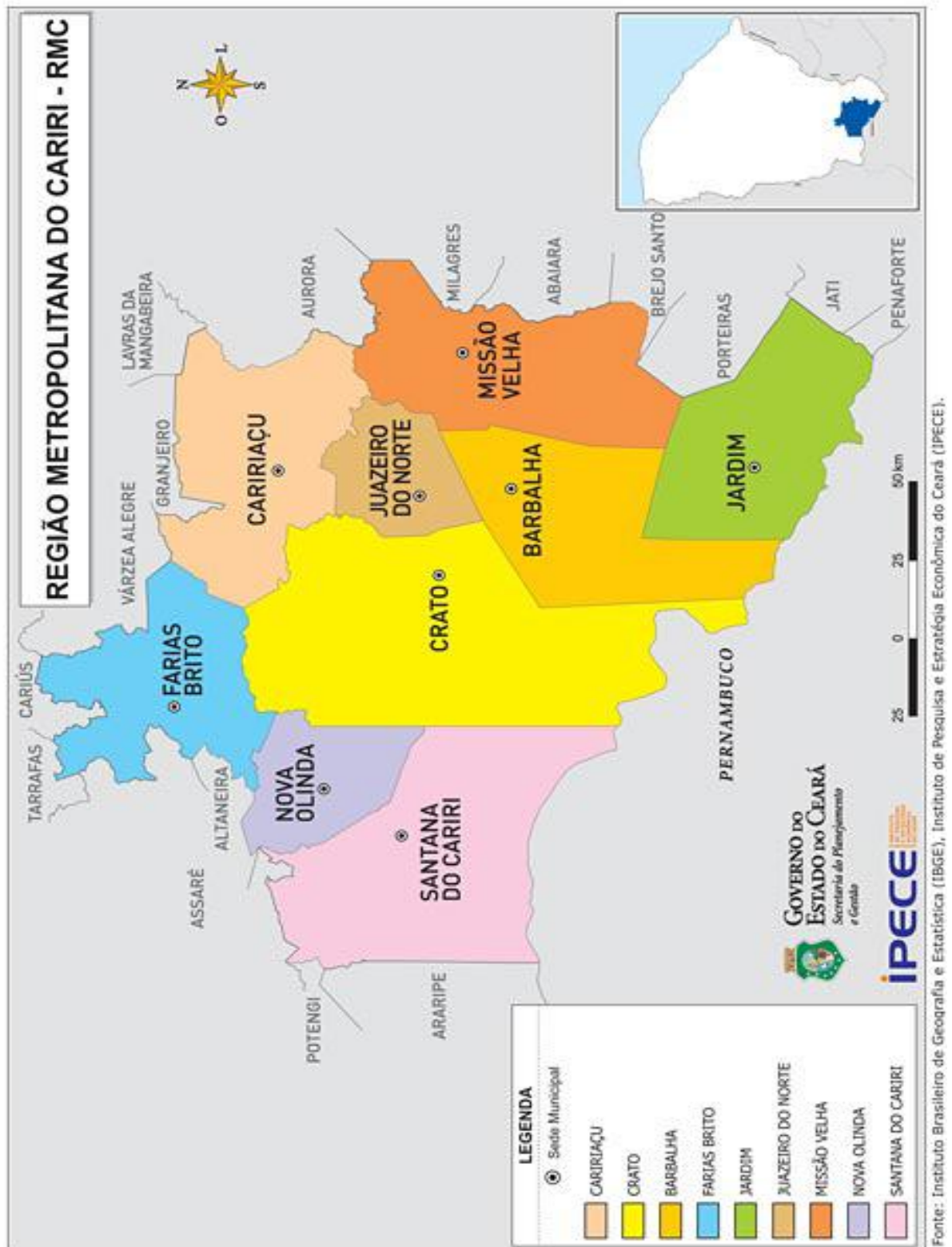
### **4.1 Caracterização da área de estudo**

Farias Brito se situa na Mesorregião Sul Cearense, Microrregião de Caririáçu, Região metropolitana do Cariri (Figura 1). O município dista de Fortaleza 475 Km. Sua área total é de 503,622 Km<sup>2</sup>, e é subdividida em quatro distritos: Quincuncá, que fica na Serra denominada por este mesmo nome, Nova Betânia, Cariutaba e a sede, ambas situadas às margens do Rio Cariús. Em 2015, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município tinha uma população de 18.861 habitantes, e uma densidade de 37,45 hab./km<sup>2</sup>. Em visita ao Cadastro Único do Município, foi repassada a informação de que a sede do município, onde se localiza a área de estudo desta pesquisa, possui 4.385 habitantes. O município é banhado pelo Rio Cariús, que possui como principais afluentes o Rio São Romão e Riachos Contendas, Taquari e Foveira (que deságuam no Rio Cariús antes da sede do município), além de outros riachos importantes para a hidrografia do município como o Riacho do Barriga, Riacho da Roça e Riacho dos Oitis (que deságuam no Rio Cariús após a sede do município). O Clima é tropical semiárido brando. A área de estudo deste trabalho são 3 (três) trechos do rio Cariús (Figura 2), com suas respectivas APP's, localizados no perímetro urbano do município de Farias Brito, estado do Ceará, situado a 320 m de altitude, latitude sul 6° 55' 38'' e longitude Oeste 39° 34' 22'', que limita-se ao norte com Cariús, ao sul com Crato, Nova Olinda e Altaneira, a leste com Várzea Alegre e Caririáçu e a oeste com Assaré e Tarrafas.

A delimitação dos três trechos da área de estudo foi realizada a partir da demarcação de quatro (4) pontos de coleta de amostras de água no Rio Cariús (P1, P2, P3 e P4), sendo o

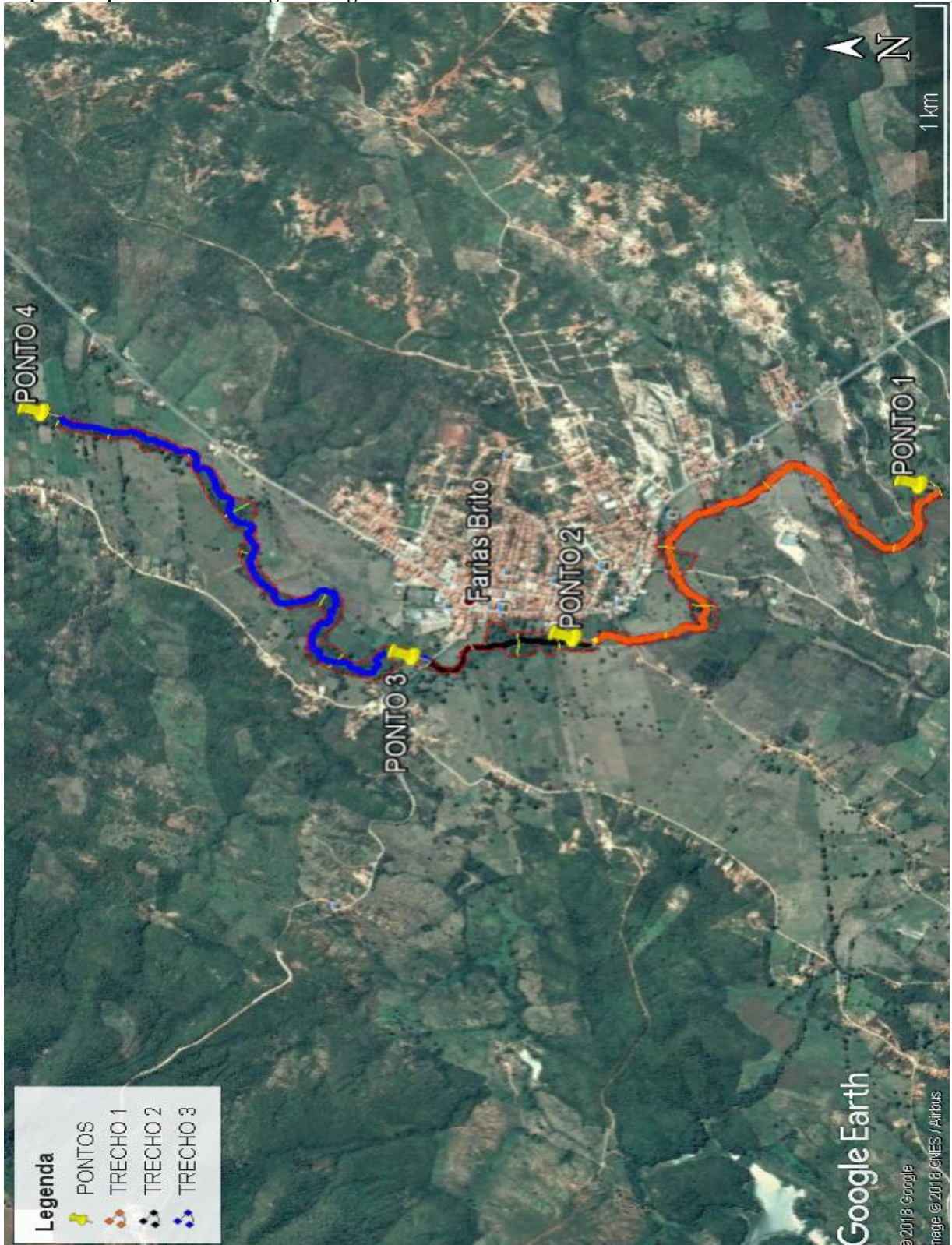
trecho 1 delimitado pelos pontos de coleta 1 e 2, o trecho 2 pelos pontos de coleta 2 e 3 e o trecho 3 pelos pontos de coleta 3 e 4, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 1: Mapa de localização de Farias Brito na Região Metropolitana do Cariri



Fonte: IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – 2016)

Figura 2: Imagem de satélite dos trechos do Rio Cariús estudados nesta pesquisa, delimitados por seus respectivos pontos de amostragem de água.

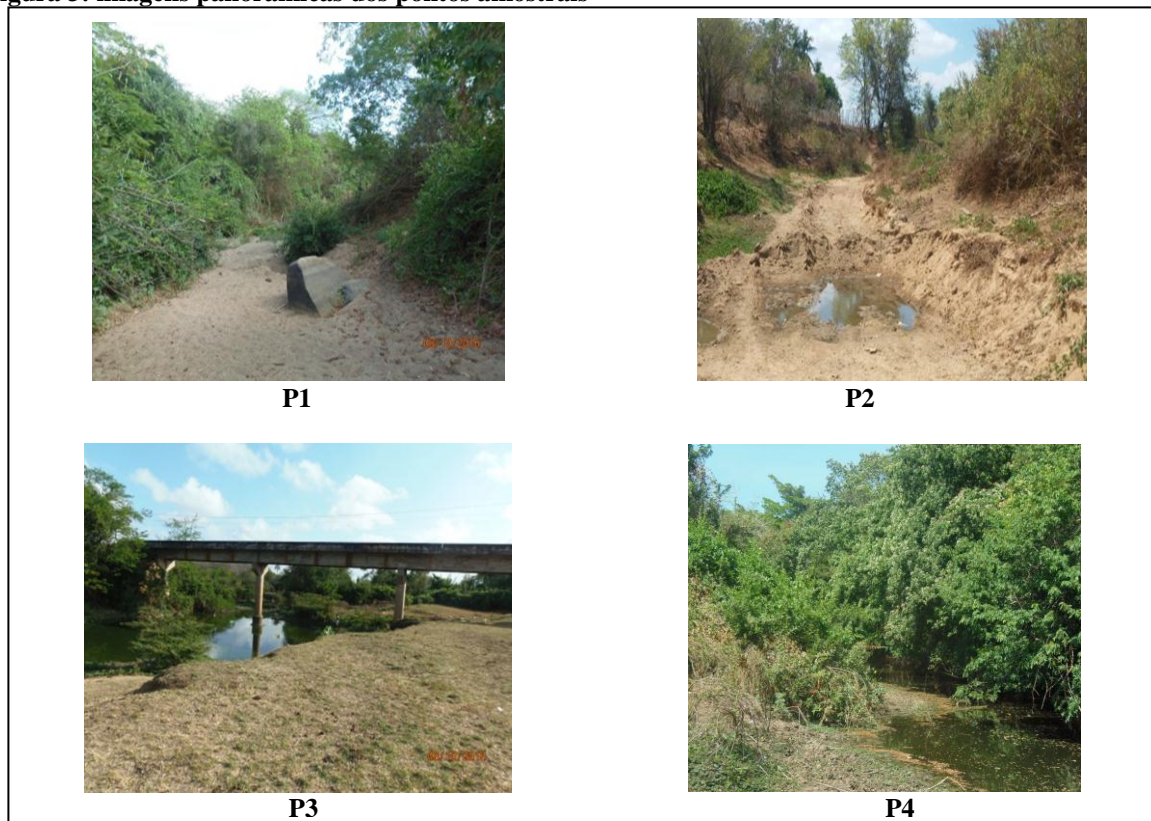


#### 4.1.1 Pontos de coleta de água: critérios de escolha e localização

As localizações dos 4 (quatro) pontos amostrais de água, identificados como P1, P2, P3 e P4, foram definidas utilizando-se o critério da possibilidade de maior e de menor influência antrópica sobre a qualidade da água do rio, nos trechos estudados. Sendo assim, os pontos P2 e P3 foram escolhidos por se localizarem próximos da zona urbana do município, onde a incidência de efluentes habitacionais e de resíduos sólidos é visivelmente identificada. Já os pontos P1 e P4 foram escolhidos por se localizarem mais distantes da zona urbana do município, a montante e a jusante, respectivamente, onde não se tem registros visíveis de efluentes habitacionais e de resíduos sólidos.

Para localizar geograficamente os pontos de amostragem, foi realizada visita in loco e realizado o registro fotográfico dos pontos (Figura 3).

**Figura 3: imagens panorâmicas dos pontos amostrais**



Utilizando um aparelho de GPS com o sistema de coordenadas SIRGAS 2000, os pontos foram georreferenciados (Tabela 2). Em seguida, utilizando o programa Google Earth Pro, os pontos foram marcados no mapa (Figura 2). A partir da utilização desse programa,



também foram identificadas as distâncias entre esses pontos, as quais representam os trechos do rio considerados para o estudo (Tabela 3).

**Tabela 2: Georreferenciamento dos pontos de amostragem.**

<b>PONTO</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>GEORREFERENCIAMENTO</b>
P1	Calha do rio Cariús no Sítio Volta	6°56'29.90" S / 39°34'6.80" O
P2	Calha do rio Cariús no ponto da passagem molhada para o Sítio Lagoa	6°55'48.80" S / 39°34'30.20" O
P3	Calha do rio Cariús onde se encontra a ponte Luiz Otacílio Correia	6°55'29.40" S / 39°34'33.10" O
P5	Calha do rio Cariús no Sítio Motas	6°54'44.20" S / 39°33'55.00" O

**Tabela 3: Distâncias entre os pontos de amostragem.**

<b>TRECHO</b>	<b>DISTÂNCIA (Km)</b>
1 (P1 a P2)	2,53
2 (P2 a P3)	0,71
3 (P3 a P4)	2,60
Total (P1 a P4)	5,84

## **4.2 Procedimentos Metodológicos**

### **4.2.1 Delimitação da sub-bacia do rio Cariús e da porção dela que influencia na área de estudo**

Após a localização geográfica dos pontos de amostragem, inicialmente foi delimitada a sub-bacia de Drenagem do rio Cariús, identificada a porção dela que influencia na área de estudo, caracterizando-a morfometricamente e identificado o local da pesquisa dentro desta sub-bacia. Para isso, foi utilizada a plataforma ArcGIS

### **4.2.2 Delimitação área de estudo, microbacia e Áreas de Preservação Permanente onde a mesma está inserida.**

Após delimitação e caracterização morfométrica da sub-bacia de drenagem do rio Cariús, a área de estudo foi delimitada e identificada a microbacia e Áreas de Preservação

Permanente (APP) onde a área de estudo está inserida. Para isso, além de visitas de campo aos locais, foi utilizada também a plataforma ArcGIS e o Programa Google Earth Pro.

#### **4.2.3 Identificação da degradação ambiental**

Para identificar a degradação ambiental na área, foi necessário fazer a caracterização do uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação permanente (APP). Essa caracterização foi feita considerando cada um dos 3 (três) trechos identificados na área de estudo (Tabela 3).

Para fazer a caracterização do uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente, inicialmente foram estabelecidos indicadores (fatores de degradação) para se avaliar a área. Estes fatores de degradação foram estabelecidos tomando por base estudos anteriores dentro desta mesma linha de pesquisa e que tiveram objetivos semelhantes aos aqui propostos.

A proposição de fatores de degradação visa qualificar e quantificar os impactos ambientais predominantes nas APP'S. Como a área deste estudo se localiza nas proximidades de uma zona urbana, foram considerados os fatores utilizados por Costa (2008), acrescentando-se à eles o fator qualidade da água, para a avaliação de um curso d'água urbano. Sendo assim, foram utilizados os seguintes fatores para avaliação da degradação:

- Remoção da mata ciliar;
- Lançamento de efluentes;
- Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água;
- Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água;
- Retificação da seção transversal ou corte de meandros;
- Construção de pontes e travessias;
- Qualidade da água
- Ocupação urbana ou de áreas de agricultura e/ou pecuária na zona de proteção legal do curso d'água

Inicialmente, por requerer uma metodologia mais específica, a qualidade da água foi tratada individualmente dos demais fatores.

#### **4.2.3.1 Identificação da qualidade das águas superficiais do rio Cariús**

Para avaliar a qualidade das águas do rio Cariús no trecho estudado foram analisadas amostras de água coletadas nos pontos amostrais.

Foram realizadas 6 (seis) coletas d'água em cada ponto para verificação da qualidade da mesma.

##### **4.2.3.1.1 Procedimentos de coleta de água**

Essas coletas foram divididas em duas séries de três coletas, sendo a primeira série realizada no final do período chuvoso e a segunda no período seco, nos meses de abril a setembro de 2017, sendo que as duas séries de coletas estão bem definidas justamente pela existência ou não de vazão nos pontos.

Nos pontos definidos, as coletas de água foram feitas convencionando-se uma distância de no mínimo 0,50 m das margens do rio, visando garantir que as amostras sejam representativas do trecho avaliado. Desta forma é reduzida a possibilidade de alterações nas características das amostras decorrentes do revolvimento de partículas sedimentadas nas margens do rio durante as coletas. No corpo d'água foram coletadas amostras a 0,2 m da superfície e a 0,30 m do leito do rio, tomando-se a precaução para não provocar a suspensão de sedimentos do leito. Esse procedimento permite avaliar a dinâmica das variáveis limnológicas influenciadas pelo ponto de amostragem.

As coletas das amostras de água foram realizadas durante o ano de 2017, contemplando as estações seca e chuvosa. Após coletadas, as amostras foram acondicionadas e preservadas em frascos cujos materiais e volumes variaram de acordo com o parâmetro a ser analisado.

##### **4.2.3.1.2 Análises das amostras**

As amostras foram analisadas considerando os parâmetros listados na Tabela 4.

Com exceção das análises de pH, condutividade, temperatura e vazão que foram realizadas em campo, as determinações dos demais parâmetros foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Cariri (UFCA) – *Campus Juazeiro do Norte*, e no Laboratório de Análises de Águas e Efluentes da Faculdade de Tecnologia (FATEC Cariri). Os procedimentos analíticos foram desenvolvidos de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

**Tabela 4: Parâmetros analisados nas águas de drenagem superficiais dos pontos estabelecidos para realização do estudo, com seus respectivos procedimentos metodológicos.**

Parâmetros	Unidade	Metodologia
<b>FÍSICO – QUÍMICOS</b>		
Cloretos	mg/L	Método de Mohr
Condutividade elétrica (CE)	µS/cm	Eletrométrico
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mgO <sub>2</sub> /L	Frascos padrões de DBO a 20 °C de 5 dias
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mgO <sub>2</sub> /L	Digestão em K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> em refluxo fechado
Oxigênio dissolvido (OD)	mgO <sub>2</sub> /L	Winkler modificado com azida sódica
Potencial hidrogeniônico (pH)	Unidades	Potenciométrico
Temperatura (T)	° C	Termômetro de filamento de mercúrio
<b>BACTERIOLÓGICOS</b>		
Coliformes Termotolerantes (CTT)	NMP*/100ml	<i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i>

**NMP\* – Número Mais Provável**

A escolha dos parâmetros foi definida de acordo com a necessidade de identificar o grau de influência das atividades humanas predominantes na área considerada (descarga de esgotos, resíduos sólidos, construção civil etc).

A determinação da vazão foi utilizada para verificar sua influência sobre a variação dos demais parâmetros.

#### **4.2.3.1.3 Medição de vazão nas seções transversais do curso d'água**

No presente estudo, para a estimativa das velocidades utilizadas no cálculo da vazão do curso d'água estudado, foi utilizada a medição indireta, que consiste numa técnica manual de estimativa de vazão em rios ou córregos. Para utilizar esta técnica de medição, de acordo com Carvalho (2008), foram seguidos os seguintes passos:

- utilizando duas hastes de madeira, marcou-se dois pontos (inicial e final) no curso d'água onde foi feita a medição de vazão e utilizando uma trena calculou-se a distância entre esses dois pontos;
- mediu-se a largura da lâmina d'água no percurso determinado anteriormente;

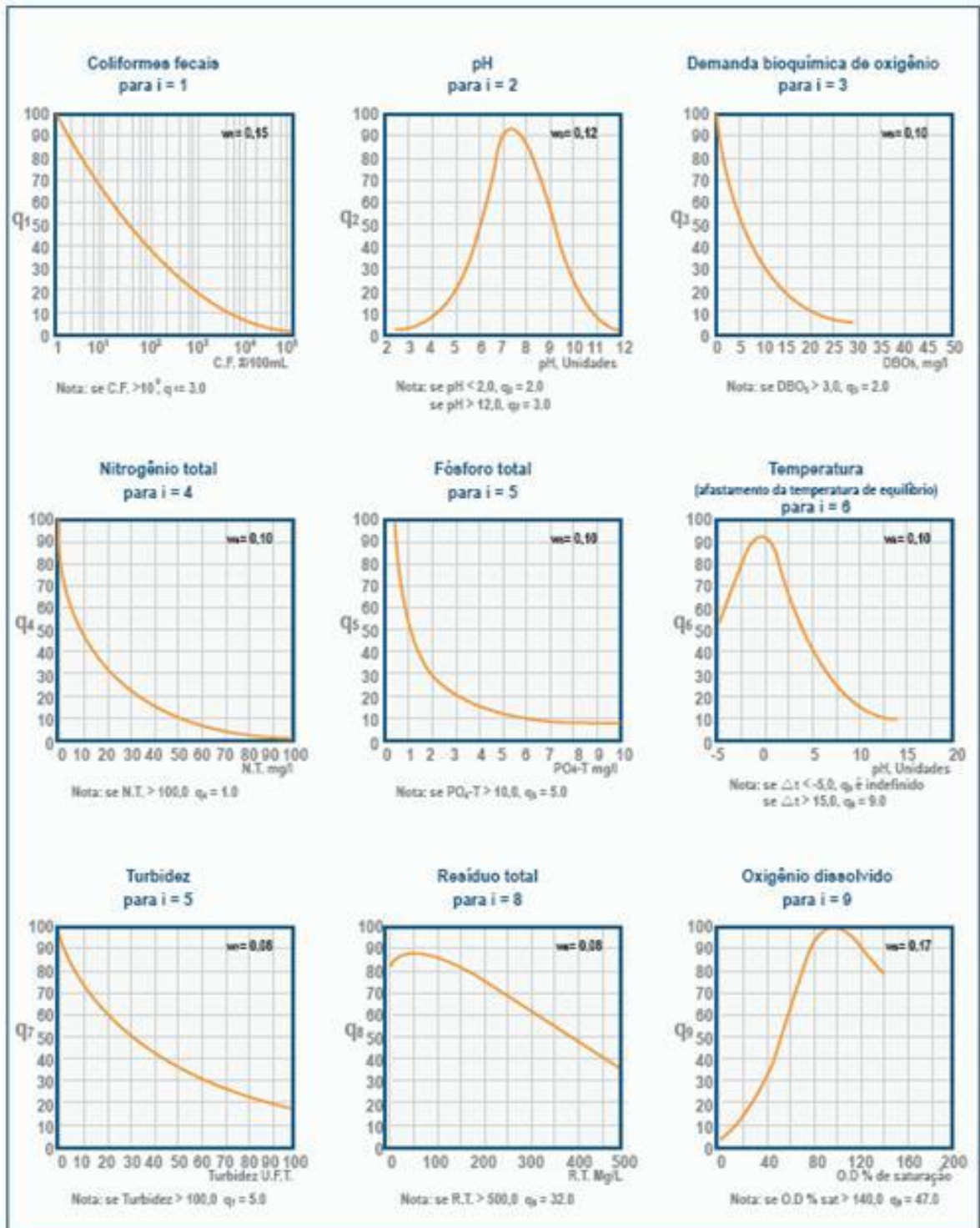
- depois de identificar o percurso e a largura da lâmina, calculou-se a profundidade média da mesma. Para isso, foi utilizada uma vara mergulhando-a no mínimo em três pontos na largura da lâmina, pelo menos em três pontos do percurso (sendo sugerido no início, no meio e no final). Utilizando uma trena, foi identificada a profundidade de cada ponto e calculada a média das profundidades encontradas;
  - Em seguida, utilizando um flutuador e um cronômetro, calculou-se o tempo que o flutuador gastou para percorrer o trajeto (do primeiro ao último ponto). Este procedimento foi repetido três vezes e calculado média dos tempos encontrados;
  - determinou-se a velocidade do flutuador dividindo-se a média dos tempos pela distância percorrida pelo flutuador;
  - por fim, calculou-se a vazão do ponto utilizando a seguinte equação (4):
- $$Q = \text{velocidade} \times \text{profundidade} \times \text{largura} \quad (4)$$
- Onde Q representa a vazão
- para finalizar o cálculo, realizou-se a conversão da unidade de medida (m<sup>3</sup> em litros).

#### 4.2.3.1.4 Índice de qualidade da água (IQA)

Para o cálculo do IQA, foi utilizada a metodologia utilizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), que utiliza uma versão do IQA adaptada da versão original do *National Sanitation Foundation*.

Para calcular o IQA, a CETESB utiliza 9 (nove) parâmetros (OD, coliformes fecais, pH, DBO, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total) com seus respectivos pesos, fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, de forma que a somatória dos pesos é igual a 1. Além do peso (w), cada parâmetro possui um valor de qualidade (q), obtido do respectivo gráfico de qualidade em função de sua concentração ou medida (Figura 4)

Figura 4: Curvas médias de variação dos parâmetros de qualidade das águas para o cálculo do IQA utilizadas pela CETESB.



Fonte: BRASIL (Agência Nacional de Águas – 2005).

Neste estudo foi realizada uma adaptação da metodologia da CETESB, utilizando para cálculo do IQA os parâmetros analisados: coliformes termotolerantes (CTT), temperatura, pH, OD e DBO. Para utilização destes parâmetros, foi feita uma redistribuição dos pesos, considerando a significância individual de cada parâmetro para a realidade local (Tabela 5)

**Tabela 5: Parâmetros e pesos utilizados para cálculo do IQA das coletas realizadas nos pontos convencionados neste estudo.**

Parâmetro	Peso
CTT	0,25
Temperatura (°C)	0,1
pH	0,15
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25
<b>Somatória dos pesos</b>	<b>1</b>

Para o cálculo do IQA é feito o produto ponderado dos parâmetros utilizados, de acordo com a seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi}$$

Onde:

IQA = índice de qualidade das águas (um número entre 0 e 100);

qi = qualidade do i-ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

wi = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1.

Segundo a CETESB, os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros (Tabela 6)

**Tabela 6: Classificação dos valores do IQA em alguns estados brasileiros.**

VALOR DO DO (Estados: AP, MG, MT, PR, RS)	VALOR DO IQA (Estados: BA, GO, ES, MS, SP)	QUALIDADE DA ÁGUA
91 – 100	80 – 100	Ótima
71 – 90	52 – 79	Boa
51 – 70	37 – 51	Aceitável
26 – 50	20 – 36	Ruim
0 – 25	0 – 19	Péssima

Fonte: BRASIL (Agência Nacional de Águas – 2005).

#### **4.2.3.2 Procedimentos para a avaliação do curso d'água utilizando os demais indicadores e parâmetros propostos**

Para a avaliação dos parâmetros de degradação do curso d'água, em cada trecho foi considerada a faixa marginal (direita e esquerda) dos 50 metros como área de preservação permanente, segundo o Código Florestal (Lei Nº 12.651/2012).

Para calcular a área da faixa marginal de APP em cada margem, foi usado o programa Google Earth Pro. Em cada trecho foram localizados subpontos aleatoriamente entre os pontos amostrais e calculada a largura da faixa marginal em cada subponto, assim como nos pontos amostrais, que representam o início e o final de cada trecho. A quantidade de subpontos foi definida de acordo com a extensão do trecho. Para os trechos 1 e 3, por serem os mais extensos, foram localizados 6 (seis) subpontos (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 e 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6). Para o trecho 2, por ter uma menor extensão do que os outros, foram localizados 4 subpontos (2.2, 2.2, 2.3 e 2.4). Para cada trecho, foi calculada em cada margem a média das faixas de APP existentes e a partir daí calculou-se também a área de cada faixa do trecho.

##### **4.2.3.2.1 Qualificação dos resultados**

Para a consolidação dos resultados, inicialmente foi utilizada a ficha de Caracterização da Degradação Ambiental – FCDA (Quadro 3), adaptada de Costa (2008), a qual visa auxiliar na qualificação das formas de degradação nos cursos d'água. Essa ficha tem como objetivo ordenar e qualificar as formas de degradação com base nos indicadores propostos, visando auxiliar na avaliação do impacto ambiental nos cursos d' água urbanos. Os parâmetros foram dispostos de tal forma que a descrição na ordem proposta oferece subsídios para descrição dos parâmetros posteriores, facilitando ainda mais a análise desses indicadores. Na elaboração da ficha estabeleceu-se, portanto, uma lógica pré-definida, que facilita sua aplicação.



**Quadro 3: Modelo da Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA).**

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO:	Período de observação:	
Comprimento:		
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
<b>1. MATA CILIAR</b>		
1.1. Descrever a situação da cobertura vegetal na zona de proteção legal, verificação da presença e magnitude de mata ciliar remanescente.		
1.2. Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.		
<b>2. EROSÃO DAS MARGENS</b>		
2.1. Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.		
<b>3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL</b>		
3.1. Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.		
<b>4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL</b>		
4.1. Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.		
<b>5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA</b>		
5.1. Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).		
5.2. Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.		
<b>6. EXISTENCIA DE PONTES</b>		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.		
<b>7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS</b>		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.		
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza		
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).		
<b>8. QUALIDADE DA ÁGUA</b>		
8.1 Relatar a qualidade da água considerando o ponto de coleta mais representativo do trecho		
<b>9. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA</b>		
9.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial), ou se está sendo ocupada para prática de agricultura e/ou pecuária.		
9.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infraestrutura viária ou equipamentos públicos).		
9.3 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.		

Fonte: Adaptada de Costa (2008).

Esta ficha foi utilizada na observação dos três trechos considerados nesta pesquisa.

#### 4.2.3.2.2 Quantificação dos resultados

De acordo com Costa (2008), além de qualificar é necessário quantificar o grau dos impactos sobre a área de estudo. Para isso foi elaborada a Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental (Quadro 4). A ficha é composta pelos 8 (oito) Fatores de avaliação, sendo dividida em margem esquerda e direita e, assim como a FCDA, foi aplicada em cada trecho.

**Quadro 4: Modelo da Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental.**

FATOR DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO (F)	TRECHO	
	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA
F1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar		
F2 - Lançamento de efluentes		
F3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água		
F4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água		
F5 - Retificação da seção transversal		
F6 - Construções de pontes e travessias		
F7 - Qualidade da água		
F8 - Presença de edificações ou áreas de agricultura e/ou pecuária na zona de proteção do curso d'água		
<b>DEGRADAÇÃO TOTAL</b>		

Fonte: Adaptada de Costa (2008).

Para o preenchimento da ficha de cada trecho, foram atribuídos valores (pesos) na escala de 0 a 3 (Tabela 7), os quais representam:

- 0 (impacto inexistente);
- 1 (impacto baixo);
- 2 (impacto médio);
- 3 (impacto alto).

**Tabela 7: Peso dos fatores de análise da degradação presentes em cursos d'água urbanos.****FATOR 1 – REMOÇÃO DA MATA CILIAR NATURAL****0 – Impacto Inexistente** – Mata ciliar preservada.**1 – Baixo Impacto** – Mata nativa parcialmente removida, com presença de vegetação exótica de porte menor.**2 – Médio Impacto** – Presença somente de vegetação exótica de menor porte.**3 – Alto Impacto** – Remoção total de qualquer forma de vegetação.**FATOR 2 – LANÇAMENTO DE EFLUENTES****0 – Impacto Inexistente** – Não há lançamento de efluentes.**2 – Médio Impacto** – Pode ser resultante de duas origens: de condutos de efluentes domésticos pontualmente localizados ou de descargas de sistema de microdrenagem urbana que visivelmente possuem ligações clandestinas de tubulações de esgoto doméstico *in natura*.**3 – Alto Impacto** – Conexão direta ou indireta de tubulações de descarga de efluentes resultantes de atividades comerciais ou industriais de qualquer porte ou massiva presença de conexões de efluentes domésticos.**FATOR 3 – PRESENÇA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO LEITO DO CURSO D'ÁGUA****0 – Impacto Inexistente** – Não há resíduos sólidos no leito do curso d'água.**1 – Baixo Impacto** – Presença de resíduos sólidos de pequena dimensão (sacolas e embalagens plásticas, garrafas pet, pedaços de madeira), com possibilidade de remoção manual.**2 – Médio Impacto** – Grande quantidade de resíduos sólidos de pequena dimensão necessitando de uso de maquinário para sua remoção.**3 – Alto Impacto** – Resíduos sólidos de grande dimensão, tais como, pneus, carcaças de veículos, mobiliários e eletrodomésticos em desuso (sofás, colchões, fogões, refrigeradores, etc.), sendo necessário uso de maquinários de porte para sua remoção.**FATOR 4 - DEPÓSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ZONA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA****0 – Impacto Inexistente** – Não há resíduos sólidos depositados nas margens.**1 – Baixo Impacto** – Pontos de depósito de resíduos (resíduos sólidos domésticos, resíduos da construção civil, poda de árvores, descarte de objetos de grande porte) por moradores na região.**3 – Alto Impacto** – A zona de proteção legal funciona com verdadeiro depósito de resíduos para os moradores e alguns empreendedores que usam estas áreas como local de descarte permanente.**FATOR 5 - RETIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA (SEÇÃO TRANSVERSAL)****0 – Impacto Inexistente** – A seção transversal não sofreu modificação em decorrência da ação antrópica direta.**1 – Baixo Impacto** – A seção transversal sofreu correção, mas encontra-se estabilizada de forma natural (sem uso de revestimentos).**2 – Médio Impacto** – A seção transversal foi retificada e revestida.**3 – Alto Impacto** – A seção transversal foi modificada com redução da seção do escoamento ou retificada sem qualquer forma de proteção, apresentando ambiente favorável à erosão e ao assoreamento.**FATOR 6 - CONSTRUÇÃO DE PONTES E TRAVESSIAS****0 – Impacto Inexistente** – Não ocorre estrangulando a área da seção transversal disponível para o fluxo.**1 – Impacto Existente** – Não foram utilizados critérios de projeto e construção compatíveis com a necessidade do escoamento em períodos de cheia. Além disso, a travessia de tubulações como, por exemplo, de água ou gás, cria barreiras ao fluxo tornando-se causas potenciais para elevação dos níveis de água e consequentes inundações.**FATOR 7 – QUALIDADE DA ÁGUA****0 - -Impacto inexistente** – qualidade ótima ou boa (IQA 52 – 100)**2 - Médio Impacto** – qualidade aceitável (IQA 37 – 51)**3 – Alto Impacto** – qualidade ruim ou péssima (IQA 0 – 36)**FATOR 8 - OCUPAÇÃO NA ZONA DE PROTEÇÃO DO CURSO D'ÁGUA****0 - -Impacto inexistente** – Não existem edificações ou áreas de agricultura e/ou pecuária na zona de proteção legal do curso d'água.**1 – Baixo Impacto** – A porcentagem de área edificada / agricultura e/ou pecuária é de até 10% da área analisada.**2 - Médio Impacto** – A porcentagem de área edificada / agricultura e/ou pecuária varia entre 10 e 25% da área analisada.**3 – Alto Impacto** – A porcentagem de área edificada / agricultura e/ou pecuária é maior que 25%.**Fonte: Adaptada de Costa (2008).**

Por não existir uma caracterização evidente para o grau de baixo impacto, para o fator 2 (lançamento de efluentes) só foram consideradas três pontuações: inexistente, médio ou alto. Para o parâmetro 4 (depósito de resíduos sólidos), por não existir uma caracterização evidente para o grau de médio impacto, também só foram consideradas três pontuações: inexistente, baixo ou alto. Para o parâmetro 6 (construção de pontes e travessias), por não existirem termos intermediários entre o grau 0 (zero) e o grau 1 (um), só foram consideradas duas pontuações: impacto inexistente ou existente. Já para o fator 7 (qualidade da água), foi considerado que as qualidades ótima e boa não representam impacto e que as qualidades ruim e péssima representam alto impacto, estando a qualidade aceitável em um nível intermediário (médio impacto).

Considerando que a pontuação máxima que pode ser obtida após a aplicação da Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental é 22 (vinte e dois), o grau da degradação foi calculado em valores absolutos por trecho e por margem.

#### **4.2.4 Evolução histórica dos aspectos ambientais do rio Cariús na Zona Urbana de Farias Brito – CE**

Para identificar a evolução histórica de aspectos ambientais do rio Cariús na Zona Urbana de Farias Brito - CE, foi aplicado um questionário (Quadro 5) a pessoas que tem embasamento de contexto histórico e convívio na área e alguns até com trabalhos acadêmicos na mesma (principalmente professores e demais profissionais que atuam no local etc), procurando identificar como era o vale em décadas anteriores para que se possa fazer uma comparação com a atual situação em que o mesmo se encontra.

**Quadro 5: Questionário sobre a evolução histórica dos aspectos ambientais do rio Cariús aplicado a profissionais que atuam na área.**

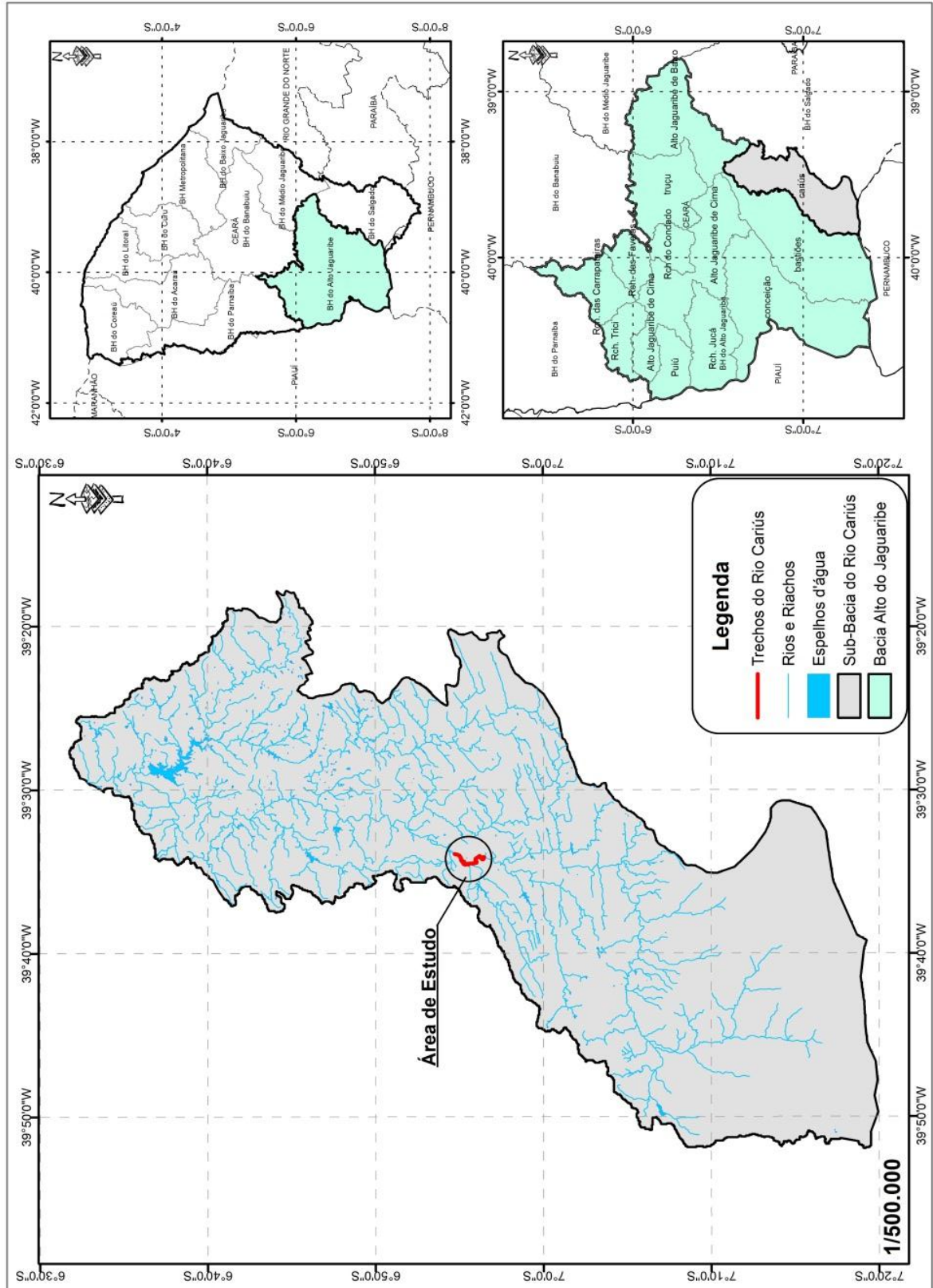
- De acordo com a atual situação em que se encontra o Rio Cariús, considerando o seu vale (margens e leito) na zona urbana, quais as mudanças que podem ser descritas com relação ao ecossistema desta área em comparação as décadas anteriores ao ano de 1990?
- Quais as principais atividades que são realizadas hoje no leito e margens deste rio? Tem alguma atividade que era realizada antes nesta área e que hoje, devido às mudanças ocorridas, não são mais possíveis de serem realizadas?
- Dê o seu ponto vista sobre a importância ecológica do rio para a população ribeirinha.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Delimitação da sub-bacia do rio Cariús e do trecho dela que influencia na área de estudo**

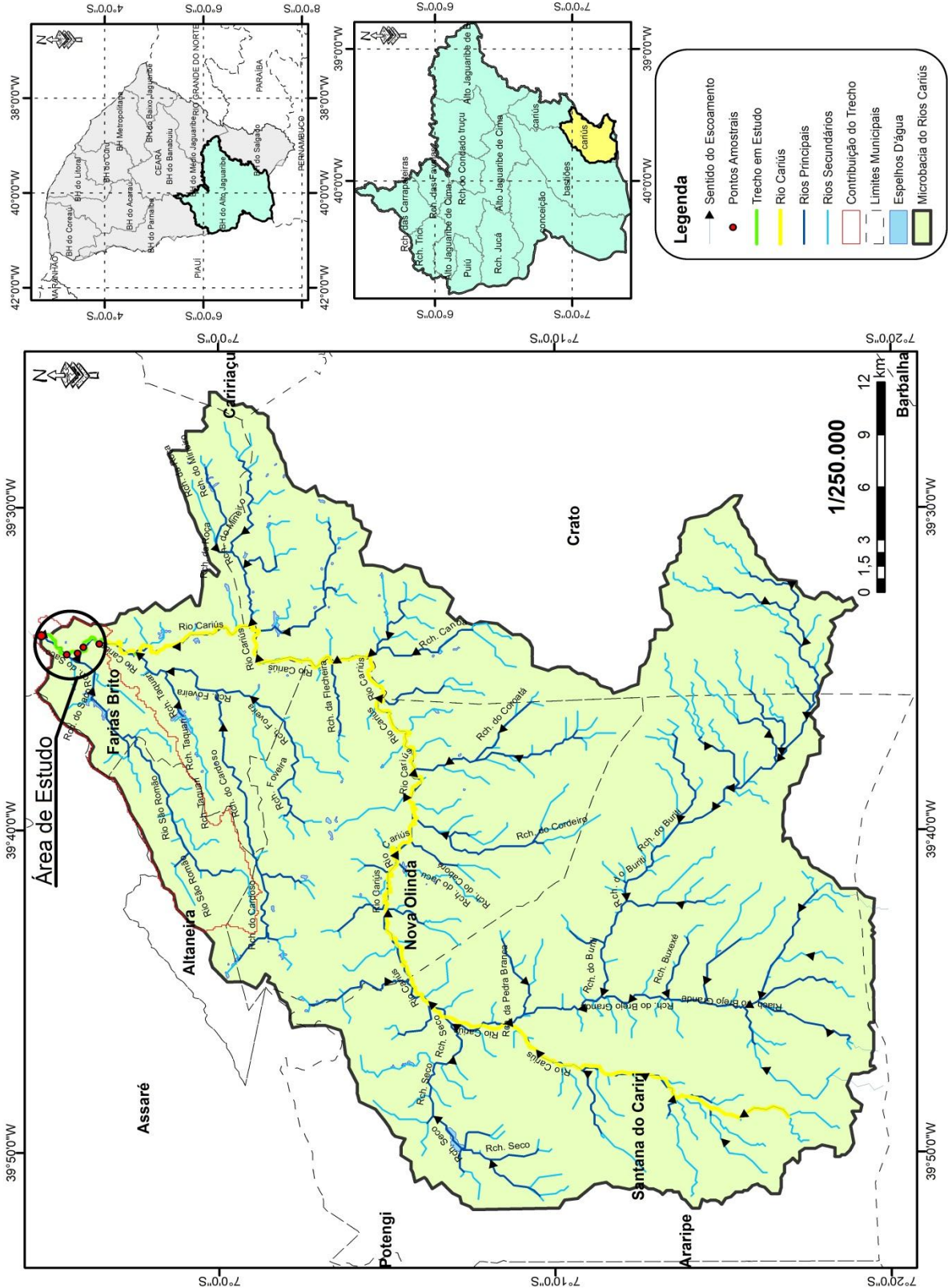
A sub-bacia do rio Cariús é componente da bacia do Alto Jaguaribe localizada na parte sudoeste do estado do Ceará. Está localizada no extremo sul do estado, vizinho a bacia do Salgado. Percebe-se no mapa que o local de estudo se encontra nas proximidades da parte central desta sub-bacia (Figura 5).

Figura 5: Delimitação da sub-bacia de drenagem do rio Cariús destacando a área da pesquisa.



A Figura 6 demonstra toda a área da sub-bacia do rio Carús que exerce influência sobre a área estudada nesta pesquisa. A partir dela (Figura 6), foi feita a caracterização morfométrica (da nascente até o último ponto de coleta de água na área de estudo), notadamente no que se refere aos aspectos geométricos (área total, perímetro total, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade) e da rede de drenagem (comprimento do curso d'água principal, comprimento total dos cursos d'água, densidade de drenagem).

Figura 6: Sub-bacia do rio Cariú (da nascente até o último ponto de coleta de água na área de estudo).





A tabela 8 apresenta a caracterização morfométrica da Sub-bacia do rio Cariús.

**Tabela 8: Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Cariús**

Área total da Sub Bacia	1245,54 Km <sup>2</sup>
Perímetro da Sub Bacia	206,84 Km
Comprimento Rio Cariús	78,98 Km
Largura Média da Bacia	29,53 km
Comprimento Total dos Cursos D'Água	389,62 Km
Coefficiente de compacidade (Kc)	1.64
Fator de forma (KF)	0.37
Índice de circularidade (IC):	0.36
Densidade de drenagem (Dd):	0.31
Orientação Drenagem:	Sudoeste - Nordeste

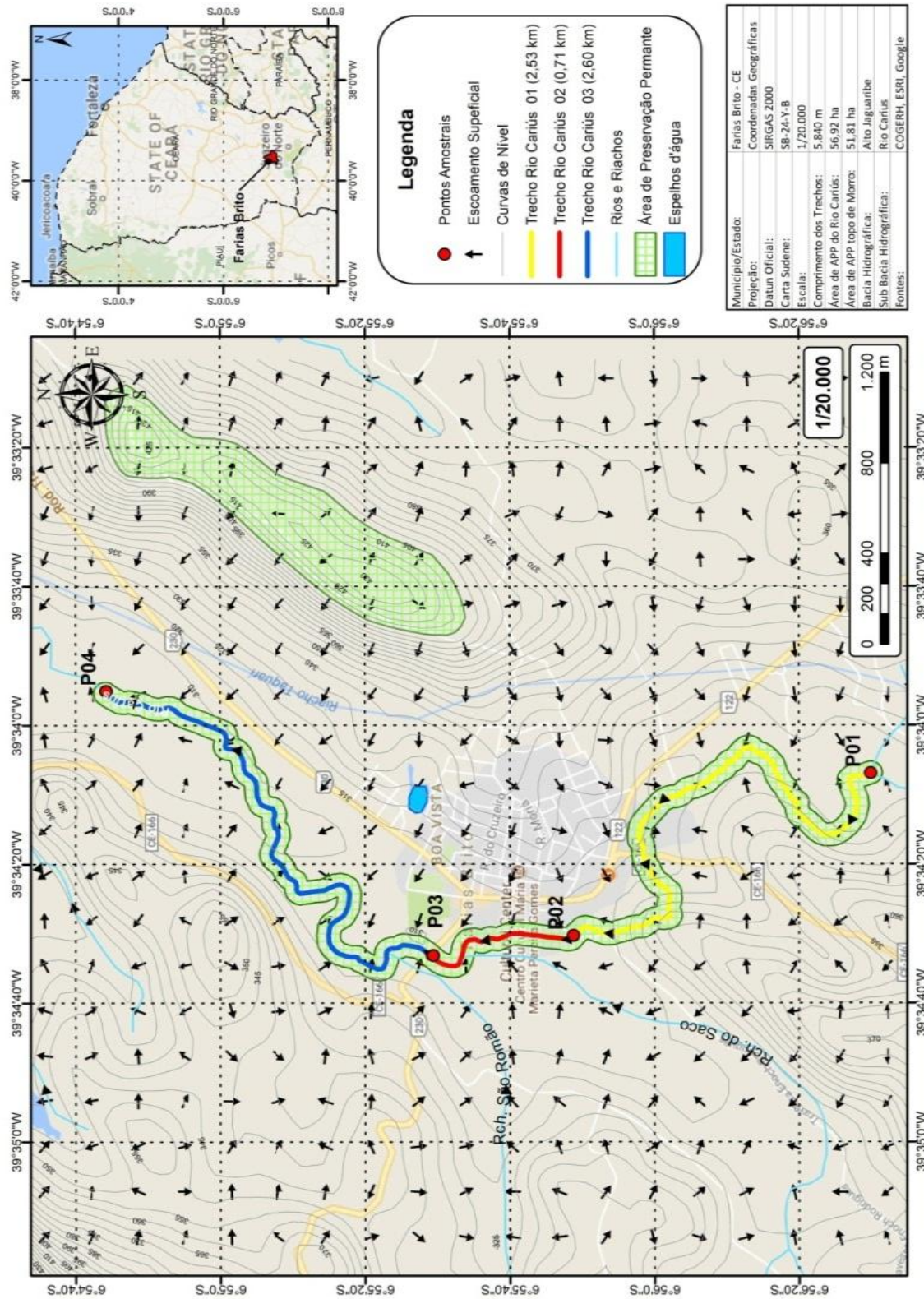
Com relação ao coeficiente de compacidade (Kc), quanto mais próximo da unidade for este coeficiente, mais a bacia se assemelha a um círculo, e quanto mais uma bacia se assemelha a um círculo, mais ela estará sujeita a grandes cheias. Sendo assim: quando o Kc estiver no intervalo de 1,00 a 1,25, a bacia apresenta alta propensão a grandes cheias; quando o Kc estiver no intervalo de 1,25 a 1,50, a bacia apresenta tendência mediana a grandes enchentes; quando o Kc for maior do que 1,50 a bacia não está sujeita a grandes enchentes. Já com relação ao fator de forma (KF), de acordo com os valores assumidos pode-se considerar: quando KF estiver no intervalo de 1,00 a 0,75, a bacia é sujeita a enchentes; quando KF estiver no intervalo de 0,75 a 0,50, a bacia apresenta uma tendência mediana a enchentes; quando KF for menos do que 0,50, a bacia não está sujeita a enchentes (PORTAL EDUCAÇÃO, s.d.)

Sendo assim, neste estudo ao considerar o coeficiente de compacidade (Kc = 1,64) e o fator de forma (KF = 0,37), os dados indicam que a área não está sujeita a grandes inundações.

## **5.2 Delimitação da área de estudo, da microbacia e Áreas de Preservação Permanente onde a mesma está inserida.**

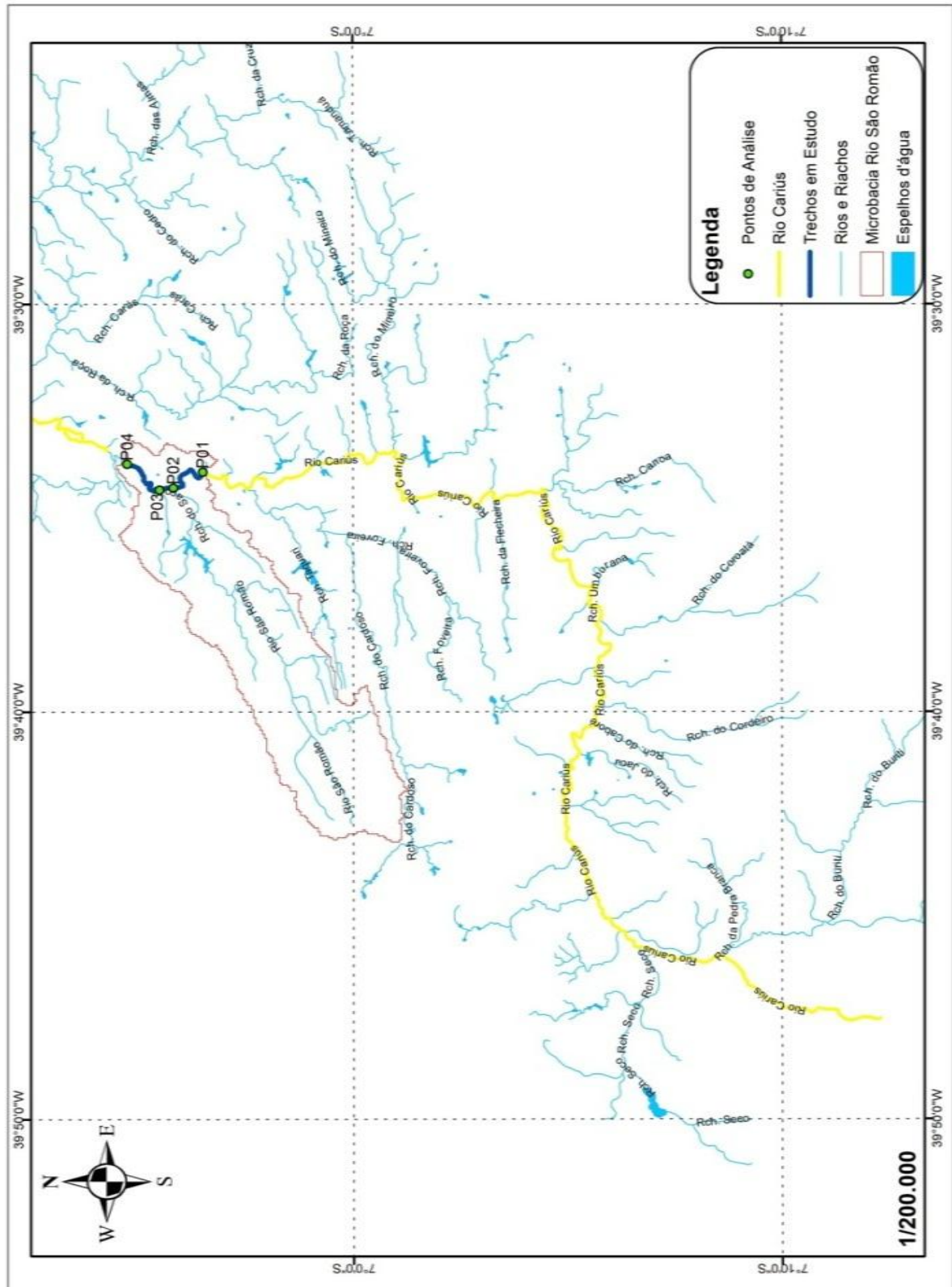
Após a delimitação e caracterização morfométrica da sub-bacia de drenagem do rio Cariús, para delimitar a microbacia onde está inserida a área de estudo, foram verificadas as principais influências de cursos d'água sobre a mesma durante o período chuvoso, tendo em vista o rio ser intermitente e só apresentar vazão neste período. Para isso, observou-se o mapa que demonstra os fluxos d'água na área (Figura 7).

Figura 7: Mapa da área de estudo demonstrando os principais fluxos d'água que influenciam na mesma.



Com a observação deste mapa, constata-se que a área de estudo sofre uma maior influência da microbacia do rio São Romão, cuja área em sua maior parte encontra-se no lado esquerdo do rio Cariús (Figura 8). Na Figura 8 também observa-se que a parte da microbacia que fica do lado direito do rio cariús é justamente nos trechos onde se localizam os pontos amostrais, sendo importante salientar que os pontos P2 e P3 recebem praticamente todos os fluxos desta margem, trazendo portanto praticamente todos os fluxos d'água provenientes da zona urbana de Farias Brito.

Figura 8: Delimitação da microbacia da área de estudo.



O foco principal desta pesquisa foram as Áreas de Preservação Permanente (APP's), definidas de acordo com o novo Código Florestal (Lei Nº 12.651/2012) dentro da área de estudo. Para identificação destas áreas foi considerado o que versa na legislação referente ao curso d'água principal: os trechos do rio Cariús onde se localizam os pontos amostrais.

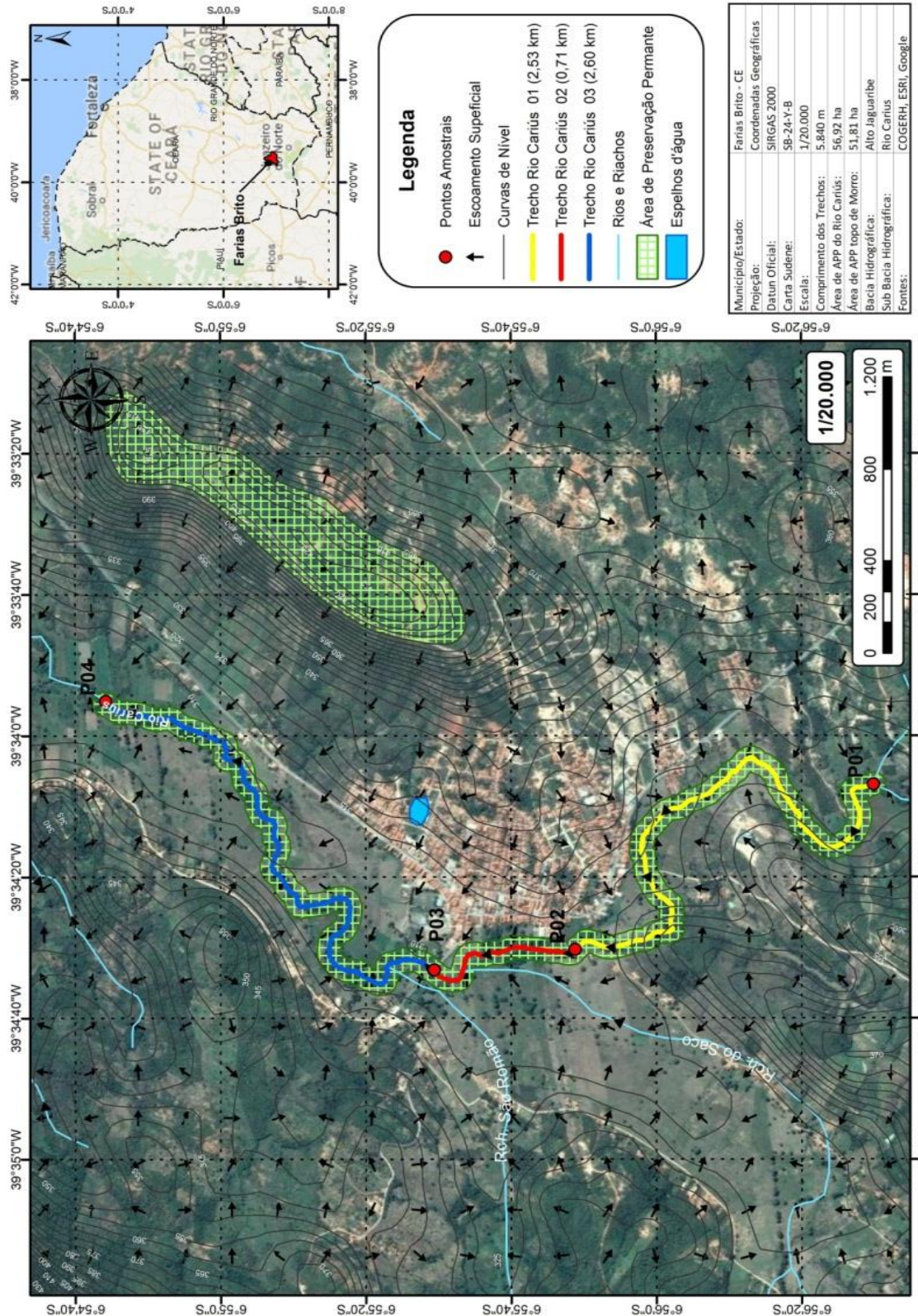
Para essa identificação inicialmente foi feita uma visita aos pontos amostrais e identificada a largura da calha do rio nestes pontos. Esses dados se encontram na Tabela 9.

**Tabela 9: largura da calha do rio nos pontos amostrais.**

<b>PONTO</b>	<b>LARGURA DA CALHA (m)</b>
P1	14,30
P2	30,40
P3	15,40
P4	28,10

O novo Código Florestal enfatiza em seu artigo 4º, inciso I, alínea b, que os cursos d'água cuja calha menor tenham largura entre 10 e 50 metros, a faixa marginal de APP (margem esquerda e direita) deve ter uma largura mínima de 50 metros. Sendo assim, a faixa marginal de APP no percurso do rio Cariús na área de estudo deve estar de acordo com este quesito. A Figura 9 traz o esboço de toda a área onde deve predominar as APP's.

Figura 9: Mapa demonstrando a área de APP no percurso dos pontos amostrais.



### 5.3 Análise da degradação ambiental da área

#### 5.3.1 Identificação da qualidade das águas superficiais do rio Cariús

As águas dos pontos de coletas são usadas para a dessedentação de animais, irrigação e para pesca amadora / subsistência. Sendo assim, estes corpos d'água se enquadram no tipo de água doce, classe 3, considerando o que versa na resolução N° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

São apresentados a seguir os resultados das análises realizadas nos pontos 1, 2, 3 e 4.

##### 5.3.1.1 Ponto 1

Nas Tabelas 10 e 11 encontra-se a estatística descritiva dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados.

**Tabela 10: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	26	26,70	26,37	0,29	1%
Ph	7,06	7,54	7,28	0,20	3%
CE (µs/cm)	623	733	693	49,67	7%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	22,1	39,07	33,07	7,77	24%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	5,71	6,83	6,09	0,53	9%
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	7,87	109,38	73,5	46,63	63%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,06	9,89	6,81	4,07	60%
CTT (NMP*/100ml)	70	140	113,33	30,91	27%
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	20	50	33,33	12,47	37%

**Tabela 11: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	21,40	24,40	23,10	1,26	6%
pH	7,79	8	7,92	0,09	1%
CE (µs/cm)	703	806	758,33	42,40	6%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	32,99	44,49	39,82	4,94	12%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4,35	4,60	4,47	0,10	2%
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	13,89	36,23	25,31	9,13	36%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,92	5,68	3,28	1,94	59%
CTT (NMP*/100ml)	23	170	101	60,35	60%
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0

Após realização da estatística descritiva, observou-se que os parâmetros avaliados, exceto DQO, DBO<sub>5</sub> e CTT, apresentaram de acordo com a classificação de Koch e Link (1971, apud Pérez Bedregal, 2008, p. 59), baixos coeficientes de variação (CV <30). Os



parâmetros DQO, DBO<sub>5</sub> e CTT apresentaram CV moderados ( $30 \leq CV < 80$ ). Observando o coeficiente de variação (CV) dos parâmetros no período chuvoso, percebe-se uma menor dispersão nos resultados da temperatura, pH, condutividade, cloretos, oxigênio dissolvido, apresentando maior homogeneidades. Destaque para a vazão, que mesmo neste período, com a diminuição das chuvas durante o período em que foram realizadas as três coletas, a mesma diminuiu rapidamente, porém mantendo-se presente até a realização da última coleta deste período, zerando somente no período seco, pelo fato do rio ser intermitente.

Embora a condutividade e os cloretos não tenham sido considerados no cálculo do IQA, é importante observar que a condutividade não apresenta uma variação expressiva entre os dois períodos, porém os valores encontram-se próximos do limite considerado aceitável por Libânio (2005), para corpos d'água receptores de descargas de efluentes domésticos e industriais e, considerando a classificação de Kaurish & Younos (2007), ela se classifica como pobre. Já a média dos cloretos encontra-se dentro dos limites recomendados na resolução 357/2005 do CONAMA.

As tabelas 12 e 13 apresentam o cálculo do IQA deste ponto.

**Tabela 12: cálculo do IQA para o período chuvoso.**

Parâmetros	PESO	Q	IQA
CTT	0,25	40	10
Temperatura (°C)	0,1	90	9
pH	0,15	90	13,5
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	5	1,25
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	47	11,75
<b>IQA TOTAL</b>			<b>45,5</b>

**Tabela 13: cálculo do IQA para o período seco.**

Parâmetros	PESO	Q	IQA
CTT	0,25	40	10
Temperatura (°C)	0,1	58	5,8
pH	0,15	87	13,05
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	4	1
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	52	13
<b>IQA TOTAL</b>			<b>42,85</b>

Considerando os valores de referência utilizados, conforme metodologia, em ambos os períodos, a qualidade da água é classificada como **aceitável**.

No entanto, com relação aos valores adotados por Dadolahi-Sohrab; Arjomand; Fadaei-Nasab (2012) a qualidade é considerada como ruim, porque o IQA encontra-se na faixa de 25 a 50.

### 5.3.1.2 Ponto 2

Nas Tabelas 14 e 15 consta a estatística descritiva dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados.

**Tabela 14: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	27,50	28,40	27,83	0,40	1%
pH	7,23	7,78	7,42	0,25	3%
CE (µs/cm)	724	827	780,67	42,68	6%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	34,44	51,4	42,32	6,98	17%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4,72	6,58	5,92	0,85	14%
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	39,37	148,44	75,94	51,27	66%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	3,04	14,81	8,63	4,82	56%
CTT (NMP*/100ml)	79	920	376,33	384,99	102%
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	80	36,57	33	90%

**Tabela 15: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	23,60	25,30	24,43	0,69	3%
pH	7,78	8,03	7,91	0,10	1%
CE (µs/cm)	829	907	880,67	36,54	4%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	68,48	76,98	73,15	3,52	5%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	3,85	5,22	4,43	0,58	13%
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	21,74	38,71	29,41	7,02	24%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	4,96	8,39	6,92	1,44	21%
CTT (NMP*/100ml)	79	220	131	63,23	48%
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0

Observando o CV dos parâmetros no período chuvoso, percebe-se uma menor dispersão nos resultados da temperatura, pH, condutividade, cloretos e oxigênio dissolvido. Ressalta-se também que a vazão, mesmo no período chuvoso, apresentou uma redução drástica no intervalo das coletas, chegando a zerar já na última coleta deste período. No período seco observa-se uma maior homogeneidade com relação aos dados, pois, mesmo os parâmetros que apresentaram uma maior dispersão no CV no período chuvoso, no seco

diminuíram esta dispersão (DQO, DBO e CTT), estando a maioria dos parâmetros com uma dispersão considerada normal (<30%).

Observa-se neste ponto uma diminuição muito rápida da vazão. Neste ponto também verificou-se uma maior exposição do solo com indícios de degradação do mesmo, através de assoreamento e erosão, devido ao acúmulo de resíduos e ausência de mata ciliar (Figura 10).

**Figura 10: Imagens do ponto 2 demonstrando indícios de assoreamento e erosão devido ao acúmulo de lixo e ausência de mata ciliar.**



Neste ponto, considerando o CV, percebe-se que no período seco, quando a vazão não existe, os dados são mais homogêneos, até mesmo com relação aos dados que apresentaram uma maior dispersão no período chuvoso (DQO, DBO e CTT)

As concentrações da CE encontram-se próximas do limite considerado normal por Libânio (2005) e considerando este parâmetro conforme Kaurish & Younos (2007) a água é classificada como pobre porque apresenta um valor entre 500 e 999,99.

As concentrações dos cloretos encontram-se dentro dos limites toleráveis conforme resolução 375/2005 do CONAMA. Nas Tabelas 16 e 17 constam os cálculos do IQA do referido ponto.

**Tabela 16: cálculo do IQA para o período chuvoso.**

<b>Parâmetros</b>	<b>PESO</b>	<b>q</b>	<b>IQA</b>
CTT	0,25	35	8,75
Temperatura (°C)	0,1	88	8,8
pH	0,15	93	13,95
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	6	1,5
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	32	8
<b>IQA TOTAL</b>			<b>41</b>

**Tabela 17: cálculo do IQA para o período seco.**

<b>Parâmetros</b>	<b>PESO</b>	<b>q</b>	<b>IQA</b>
CTT	0,25	39	9,75
Temperatura (°C)	0,1	80	8
pH	0,15	92	13,8
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	5	1,25
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	38	9,5
<b>IQA TOTAL</b>			<b>42,3</b>

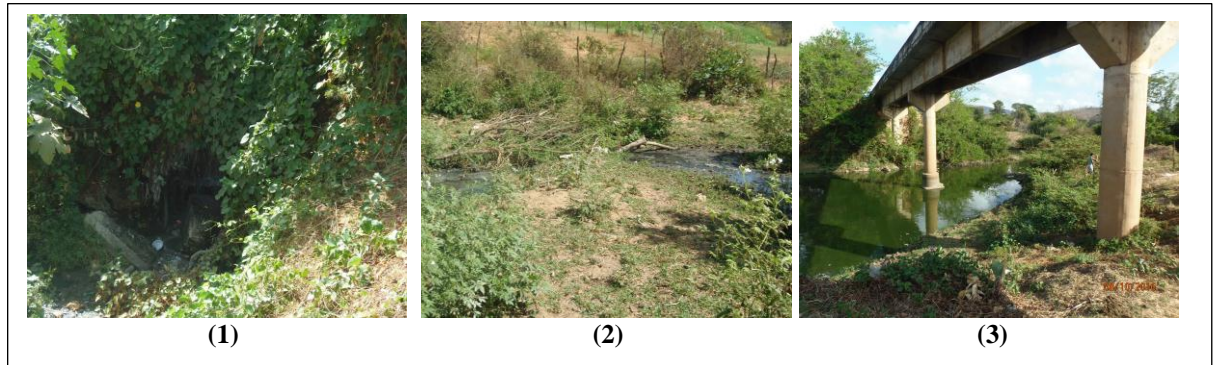
Considerando os valores de referência, conforme a metodologia, em ambos os períodos a qualidade da água é classificada como **aceitável**.

Considerando a classificação proposta por Dadolahi-Sohrab, Arjomand, Fadaei-Nasab (2012), a qualidade é considerada como ruim porque o IQA encontra-se na faixa de 25 à 50.

### **5.3.1.3 Ponto 3**

A influência da zona urbana é bem evidente neste ponto, pois, junto da ponte, na margem direita, deságua a principal rede de drenagem de esgotos da cidade diretamente no leito do rio, sem nenhum tratamento (Figura 11).

**Figura 11: Boeiro do esgoto desaguando na margem do rio (1) e escoando para o leito (2) onde fica empoçado no período seco (3).**



As Tabelas 18 e 19 apresentam a estatística descritiva dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados.

**Tabela 18: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	27,20	27,30	27,23	0,05	0,1%
pH	7	7,27	7,12	0,11	2%
CE (µs/cm)	698	742	726,67	20,29	3%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	37,01	44,72	39,75	3,52	9%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4,72	5,71	5,13	0,42	8%
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	23,62	88	47,62	28,72	60%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	4,42	15,51	9,01	4,72	52%
CTT (NMP*/100ml)	94	1600	871,33	615,78	71%
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	90	37	38,44	104%

**Tabela 19: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	22,40	23,30	22,80	0,37	2%
pH	7,40	7,55	7,50	0,07	0,9%
CE (µs/cm)	1187	1511	1375	137,29	10%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	111,47	127,96	117,46	7,45	6%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	111,11	130,43	119,22	8,19	7%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	29,38	40,36	34,95	4,48	13%
CTT (NMP*/100ml)	1600	1600	1600	0	0
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0

A variação dos parâmetros analisados no período chuvoso apresenta comportamento semelhante aos demais pontos, porém durante o período seco esse comportamento difere tornando-se homogêneo com todos os parâmetros, já que todos apresentaram uma dispersão considerada normal (Tabela 19).

Neste ponto, a análise (CV) com relação a DQO no período seco apresenta uma dispersão menor do que no período chuvoso.

A média dos valores da condutividade no período chuvoso encontra-se dentro do considerado normal por Libânio (2005), porém, no segundo período, assume valores acima do normal considerado por este autor. O aumento da condutividade no período seco indica o aumento da concentração de sólidos dissolvidos, fato este observado visivelmente neste ponto durante este período, comprovando a citação de Libânio (2005). Este aumento da concentração é ocasionado pela descarga de resíduos de esgotos e de resíduos sólidos depositados diretamente nas margens e no leito.

Apesar de em ambos os períodos a concentração de cloretos está dentro dos limites toleráveis, de acordo com a resolução 375/2005 do CONAMA, observa-se, uma variação significativa entre a média do período chuvoso e a do período seco. No segundo período, como o corpo d'água encontra-se sem vazão e recebendo continuamente descarga de esgotos, a concentração de cloretos eleva-se, fato este descrito por Libânio (2005) quando afirma que a presença de cloretos em corpos d'água pode ter origem no lançamento de efluentes domésticos e industriais.

A DQO também sofre elevação em seus valores quando comparamos a média do segundo período com a média do primeiro período, também influenciado pelo aumento da concentração do corpo d'água no segundo período. A deposição de resíduos da rede de esgoto contribui para o aumento da concentração de matéria orgânica, sendo constatado este aumento através da DQO, corroborando com o que enfatiza Bado, Percio e Lindino (2013), quando afirmam que a análise da DQO é um parâmetro utilizado como indicador da concentração de matéria orgânica presente em águas residuárias ou superficiais.

As Tabelas 20 e 21 apresentam o cálculo do IQA para o ponto para os dois períodos de coletas.

**Tabela 20: cálculo do IQA para o período chuvoso.**

Parâmetros	PESO	q	IQA
CTT	0,25	23	5,75
Temperatura (°C)	0,1	90	9
pH	0,15	91	13,65
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	6	1,5
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	32	8
<b>IQA TOTAL</b>			<b>37,9</b>

**Tabela 21: cálculo do IQA para o período seco.**

Parâmetros	PESO	q	IQA
CTT	0,25	17	4,25
Temperatura (°C)	0,1	90	9
pH	0,15	93	13,95
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	2	0,5
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> ) <sub>dil. menor</sub>	0,25	2	0,5
<b>IQA TOTAL</b>			<b>28,2</b>

Observa-se de acordo com os resultados que no período chuvoso é classificada como **aceitável** e no período seco como **ruim**.

Considerando a classificação proposta por Dadolahi-Sohrab; Arjomand; Fadaei-Nasab (2012), a qualidade é considerada como ruim em ambos os períodos.

A inexistência de vazão no período seco foi um parâmetro que influenciou diretamente nas características físico-químicas e microbiológicas do corpo d'água neste ponto. Observa-se uma redução no IQA devido as concentrações de OD e da DBO. Essa diminuição do IQA no período seco está diretamente relacionada à concentração elevada de matéria orgânica no ponto analisado. Com relação ao CTT, além de observar que o IQA deste parâmetro diminuiu (Tabela 21), percebe-se a elevação da concentração destes microrganismos comparando às concentrações obtidas no primeiro período de coletas (Tabela 20).

Este ponto apresenta os menores valores de IQA devido a forte influência da zona urbana da cidade sobre o rio, principalmente no que diz respeito ao lançamento de efluentes (esgotos domésticos) no local (Figura 11).

### 5.3.1.4 Ponto 4

As tabelas 22 e 23 apresentam a estatística descritiva dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados.

**Tabela 22: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período chuvoso.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	26,20	26,80	26,43	0,26	0,9%
pH	6,60	7,28	6,86	0,30	4%
CE (µs/cm)	674	734	703	24,54	4%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	28,79	48,32	39,92	8,21	21%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4,35	4,72	4,56	0,15	3%
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	70,31	113,86	97,39	26,78	28%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,61	9,03	4,36	3,50	80%
CTT (NMP*/100ml)	84	240	178	67,59	38%
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	80	510	240	192,01	80%

**Tabela 23: Estatística descritiva dos parâmetros temperatura, pH, Vazão, condutividade (CE), cloretos (Cl<sup>-</sup>), OD, DQO, DBO<sub>5</sub> e Coliformes Termotolerantes (CTT) obtida nas coletas do período seco.**

Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
Temperatura (°C)	21,80	23,10	22,63	0,59	3%
pH	6,98	8,08	7,49	0,45	6%
CE (µs/cm)	599	678	634,33	32,79	5%
Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	49,98	64,48	56,15	6,11	11%
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	3,73	5,22	4,68	0,68	15%
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	14,49	27,78	22,69	5,85	26%
DBO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	2,75	6,48	4,78	1,54	32%
CTT (NMP*/100ml)	11	120	54,66	47,06	86%
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0

Observando o CV dos parâmetros no período chuvoso, percebe-se uma menor dispersão dos resultados em quase todos, exceto na DBO e vazão. A vazão apresentou-se de forma mais uniforme em cada período, mantendo-se presente durante o período chuvoso, apesar da redução rápida no intervalo das coletas realizadas neste período, e inexistente somente no período seco. Assim como nos demais pontos, no período seco observa-se uma maior homogeneidade com relação à dispersão dos dados, pois, mesmo os parâmetros que apresentaram uma maior dispersão no período chuvoso, no seco a dispersão ficou dentro dos valores considerados normais, sendo que somente o CTT aumentou sua dispersão neste período.

A CE assume valores em ambos os períodos dentro do limite considerado normal pela literatura abordada.



Os cloretos também assumem valores considerados aceitáveis pela resolução 357/2005;

Com relação à DQO observa-se que na primeira série de coletas, enquanto o rio está escoando, assume valores mais elevados do que na segunda série. Na segunda série, devido ao isolamento do corpo d'água pela inexistência de vazão, as características próprias do ponto predominam, reduzindo o valor da DQO, tendo em vista a inexistência de lançamento de efluentes no local.

As Tabelas 24 e 25 demonstram o cálculo do IQA deste ponto.

**Tabela 24: cálculo do IQA para o período chuvoso.**

Parâmetros	PESO	q	IQA
CTT	0,25	37	9,25
Temperatura (°C)	0,1	90	9
pH	0,15	87	13,05
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	5	1,25
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> ) <sub>dil. menor</sub>	0,25	48	12
<b>IQA TOTAL</b>			<b>44,55</b>

**Tabela 25: cálculo do IQA para o período seco.**

Parâmetros	PESO	q	IQA
CTT	0,25	50	12,5
Temperatura (°C)	0,1	90	9
pH	0,15	93	13,95
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	0,25	5	1,25
DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> ) <sub>dil. menor</sub>	0,25	45	11,25
<b>IQA TOTAL</b>			<b>47,95</b>

Considerando os valores de referência, conforme a metodologia, observa-se que a qualidade da água em ambos os períodos é classificada como **aceitável**.

Considerando a classificação proposta por Dadolahi-Sohrab, Arjomand, Fadaei-Nasab (2012), a qualidade é considerada como ruim em ambos os períodos.

Os resultados das análises revelam que a vazão foi um fator determinante para a caracterização dos demais parâmetros, pois, a oscilação dos valores que ocorreram em cada

parâmetro, para cada ponto, deveu-se principalmente à existência ou não de vazão nos períodos das coletas.

A Tabela 26 apresenta a aglutinação dos resultados apresentados na estatística descritiva e do IQA dos quatro pontos de coletas.

**Tabela 26: Consolidação da estatística descritiva dos parâmetros analisados e dos resultados do IQA**

Pontos	Parâmetros	Período chuvoso					Período seco				
		Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	CV (%)
P1	Temperatura (°C)	26	26,70	26,37	0,29	1%	21,40	24,40	23,10	1,26	6%
	pH	7,06	7,54	7,28	0,20	3%	7,79	8	7,92	0,09	1%
	Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	20	50	33,33	12,47	37%	0	0	0	0	0
	CE (µs/cm)	623	733	693	49,67	7%	703	806	758,33	42,40	6%
	Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	22,1	39,07	33,07	7,77	24%	32,99	44,49	39,82	4,94	12%
	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	5,71	6,83	6,09	0,53	9%	4,35	4,60	4,47	0,10	2%
	DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	7,87	109,38	73,5	46,63	63%	13,89	36,23	25,31	9,13	36%
	DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	1,06	9,89	6,81	4,07	60%	0,92	5,68	3,28	1,94	59%
	CTT (NMP*/100ml)	70	140	113,33	30,91	27%	23	170	101	60,35	60%
<b>IQA</b>		<b>45,5</b>					<b>42,85</b>				
P2	Temperatura (°C)	27,50	28,40	27,83	0,40	1%	23,60	25,30	24,43	0,69	3%
	Ph	7,23	7,78	7,42	0,25	3%	7,78	8,03	7,91	0,10	1%
	Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	80	36,57	33	90%	0	0	0	0	0
	CE (µs/cm)	724	827	780,67	42,68	6%	829	907	880,67	36,54	4%
	Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	34,44	51,4	42,32	6,98	17%	68,48	76,98	73,15	3,52	5%
	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4,72	6,58	5,92	0,85	14%	3,85	5,22	4,43	0,58	13%
	DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	39,37	148,44	75,94	51,27	66%	21,74	38,71	29,41	7,02	24%
	DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	3,04	14,81	8,63	4,82	56%	4,96	8,39	6,92	1,44	21%
	CTT (NMP*/100ml)	79	920	376,33	384,99	102%	79	220	131	63,23	48%
<b>IQA</b>		<b>41</b>					<b>42,3</b>				
P3	Temperatura (°C)	27,20	27,30	27,23	0,05	0,1%	22,40	23,30	22,80	0,37	2%
	pH	7	7,27	7,12	0,11	2%	7,40	7,55	7,50	0,07	0,9%
	Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	0	90	37	38,44	104%	0	0	0	0	0
	CE (µs/cm)	698	742	726,67	20,29	3%	1187	1511	1375	137,29	10%
	Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	37,01	44,72	39,75	3,52	9%	111,47	127,96	117,46	7,45	6%
	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4,72	5,71	5,13	0,42	8%	0	0	0	0	0
	DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	23,62	88	47,62	28,72	60%	111,11	130,43	119,22	8,19	7%
	DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	4,42	15,51	9,01	4,72	52%	29,38	40,36	34,95	4,48	13%
	CTT (NMP*/100ml)	94	1600	871,33	615,78	71%	1600	1600	1600	0	0
<b>IQA</b>		<b>37,9</b>					<b>28,2</b>				
P4	Temperatura (°C)	26,20	26,80	26,43	0,26	0,9%	21,80	23,10	22,63	0,59	3%
	pH	6,60	7,28	6,86	0,30	4%	6,98	8,08	7,49	0,45	6%
	Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	80	510	240	192,01	80%	0	0	0	0	0
	CE (µs/cm)	674	734	703	24,54	4%	599	678	634,33	32,79	5%
	Cl <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )	28,79	48,32	39,92	8,21	21%	49,98	64,48	56,15	6,11	11%
	OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4,35	4,72	4,56	0,15	3%	3,73	5,22	4,68	0,68	15%
	DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	70,31	113,86	97,39	26,78	28%	14,49	27,78	22,69	5,85	26%
	DBO5 (mg.L <sup>-1</sup> )	0,61	9,03	4,36	3,50	80%	2,75	6,48	4,78	1,54	32%
	CTT (NMP*/100ml)	84	240	178	67,59	38%	11	120	54,66	47,06	86%
<b>IQA</b>		<b>44,55</b>					<b>47,95</b>				

Com relação à estatística descritiva percebe-se na Tabela 26 que a dispersão dos resultados é maior no período chuvoso do que no período seco, evidenciando que a ausência de vazão tornou os dados mais homogêneos.

Com relação a temperatura percebe-se que ela assumiu valores bem próximos nos quatro pontos em cada período de coleta e que no período seco ela apresentou valores menores do que no período chuvoso. Fato semelhante aconteceu com o pH, que apresentou também valores bem parecidos em todas as coletas dos dois períodos. Estes dois parâmetros foram os que apresentaram menores valores de dispersão em toda a série de observações.

Com relação ao IQA este consolidado deixa claro que a qualidade da água no ponto 3 é a pior, apresentando valores bem menores do que nos outros pontos. Esse fato pode ser relacionado com as pressões antrópicas que a área urbanizada de Farias Brito exerce sobre esse ponto, pois, os valores de CTT, OD e DQO, que são indicadores de influências residuais, foram os que mais apontaram esta influência, principalmente nos resultados do segundo período que, em virtude da falta de vazão, a água apresentou uma maior concentração de substâncias e microrganismos indicadores destes parâmetros.

É importante frisar o poder de autodepuração do rio, pois, mesmo no período chuvoso, quando essas substâncias estavam sendo carregadas pelo rio em direção do ponto 3 ao ponto 4, o ponto 4 praticamente não apresentou resquícios desta influência.

Enfim, os resultados da qualidade das águas superficiais do rio Cariús nesta área de estudo indicam que o rio, mais especificamente nas proximidades da área urbana de Farias Brito, encontra-se com sua qualidade ambiental comprometida, necessitando de um cuidado especial no intuito de preservar esta área e garantir uma sustentabilidade para as gerações futuras.

### **5.3.2 Identificação da degradação ambiental na área de estudo**

#### **5.3.2.1 Trecho 1**

O Trecho 1 apresenta em sua maior área características de zona rural, sendo que a margem esquerda é praticamente caracterizada por propriedades onde predominam as práticas de agricultura e pecuária de subsistência.

O início do trecho se encontra em uma área predominantemente rural. Após o subponto 1.2 (Figura 12), na margem direita, começam a aparecer áreas urbanas próximas à faixa marginal de APP, substituindo aos poucos as áreas predominantemente rurais existentes no início. No subponto 1.4 e no ponto 2 (final do trecho) a proximidade da área urbana é maior, tendo nestes locais edificações dentro da própria faixa de APP. A Figura 12 demonstra o aspecto detalhado do trecho.

**Figura 12: Vista aérea do Trecho 1 destacando as faixas marginais de APP existentes, pontos e subpontos de observação e a largura das faixas marginais.**



Ao longo de todo o trecho, a área da margem esquerda é exclusivamente rural, não apresentando áreas urbanizadas nas suas proximidades. A Tabela 27 apresenta a largura da faixa marginal (direita e esquerda) de APP existente nos pontos e subpontos observados.

**Tabela 27: Largura das faixas marginais de APP existentes nos pontos e subpontos de observação do Trecho 1.**

<b>Ponto / Subponto</b>	<b>Largura da APP (m) Margem direita</b>	<b>Largura da APP (m) Margem esquerda</b>
1	46	34,5
1.1	23	18
1.2	16,2	27,9
1.3	35,7	16,7
1.4	44,2	18,6
1.5	48,4	41,4
1.6	10	18
2	0	0
<b>Média</b>	<b>27,9</b>	<b>21,9</b>

As duas faixas marginais de APP encontram-se substituídas (mais de 25%) por áreas de agricultura / pecuária (em maior proporção) e por edificações (em menor proporção), pois, em ambas as margens, considerando o comprimento do trecho, deveria existir uma faixa marginal de 0,13 Km<sup>2</sup> de APP preservada. Diante dos dados, na margem direita, só restam preservados 0,07 Km<sup>2</sup> (53,8%), sendo que 0,06 Km<sup>2</sup> (46,2%) desta área encontra-se substituída por áreas destinadas à agricultura / pecuária e por edificações. Na margem esquerda a área preservada de APP é de 0,06 Km<sup>2</sup> (46,2%), sendo que 0,07 Km<sup>2</sup> (53,8%) encontra-se substituída.

Por ser o local que recebe todo fluxo d'água do Trecho 1, para cálculo da qualidade da água neste trecho, durante todo o período do levantamento de dados, foi considerada a média do IQA do Ponto 2 dos períodos chuvoso e seco.

Os demais fatores de degradação foram observados *in loco*, e estão descritos na FCDA (Quadro 6) e avaliados na Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental (Quadro 7).

**Quadro 6: Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) do Trecho 1.**

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 1 Comprimento: 2,53 Km		Período de observação: abril a setembro de 2017
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. MATA CILIAR		
1.1. Descrever a situação da cobertura vegetal na zona de proteção legal, verificação da presença e magnitude de mata ciliar remanescente.	A vegetação nativa foi reduzida a uma estreita faixa (menos de 50m) em praticamente todo o trecho (Figura 12).	Situação idêntica à margem esquerda.
1.2. Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Em alguns pontos do trecho a vegetação nativa encontra-se rara, substituída por pastagens. Nos últimos 50 m do trecho essa substituição é completa.	Situação idêntica à margem esquerda (Figura 13.1)
2. EROSIÃO DAS MARGENS		
2.1. Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Apresenta pequenas áreas de erosão (Figura 14.1 )	Situação idêntica à margem esquerda (Figura 13.2 )
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1. Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	O leito menor apresenta alguns trechos com sedimentos depositados (Figura 14.2 )	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1. Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Não apresenta pontos de obstrução	Situação idêntica à margem esquerda
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1. Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	A seção transversal encontra-se em estado natural	Situação idêntica à margem esquerda
5.2. Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	O curso d'água encontra-se em estado natural	Situação idêntica à margem esquerda
6. EXISTÊNCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	No trecho existe uma passagem molhada no leito do rio que liga a cidade ao Sítio Sousa que, apesar de possuir um sistema de manilhas para escoamento das águas, em períodos de cheias atrapalha o fluxo normal (Figura 13.3)	
7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não identificados no Trecho	Presença de lixo doméstico (garrafas, caixas, papel, ferro, sacos etc) (Figura 13.4)
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água,	Não identificados nos pontos de observação	Situação idêntica à margem esquerda

descrevendo qual a natureza		
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Não identificados nos pontos de observação	Situação idêntica à margem esquerda
<b>8. QUALIDADE DA ÁGUA</b>		
8.1 Relatar a qualidade da água considerando o ponto de coleta mais representativo do trecho	Considerando ambos os períodos de coleta, as águas deste trecho apresentaram uma qualidade aceitável (IQA = 44,65)	
<b>9. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA</b>		
9.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial), ou se está sendo ocupada para prática de agricultura e/ou pecuária.	A maior parte da APP (mais de 25%) está ocupada por áreas de agricultura / pecuária.	Pequeno trecho de edificações residenciais dentro da APP (Figura 13.5), sendo a maior parte desta APP (mais de 25%) ocupada por áreas de agricultura / pecuária.
9.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infraestrutura viária ou equipamentos públicos).	Não identificados nos pontos de observação	Não identificados nos pontos de observação
9.3 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Não. A APP não apresenta os 50m de mata ciliar indicados para cursos d'água com largura entre 10 e 50m (Figura 12).	Não. A APP não apresenta os 50m de mata ciliar indicados para cursos d'água com largura entre 10 e 50m (Figura 12).



**Figura 13: Imagens da margem direita do trecho 1.**



**Figura 13.1** - Substituição parcial da vegetação nativa na faixa de APP ainda existente



**Figura 13.2** – Erosão na margem



**Figura 13.3** – Passagem molhada construída no leito com sistema de drenagem por manilhas



**Figura 13.4** – lixo doméstico depositado na margem



**Figura 13.5** – construções residenciais ocupando a faixa de proteção legal.

**Figura 14: Imagens da margem esquerda do trecho 1.**



**Figura 14.1** – Erosão da margem menor



**Figura 14.2** – Sedimento depositado no leito

**Quadro 7: Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental do Trecho 1.**

FATOR DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO (F)	TRECHO 1	
	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA
F1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	1	1
F2 - Lançamento de efluentes	0	0
F3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	0	0
F4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	1	0
F5 - Retificação da seção transversal	0	0
F6 - Construções de pontes e travessias	1	1
F7 - Qualidade da água	2	2
F8 - Presença de edificações ou áreas de agricultura e/ou pecuária na zona de proteção do curso d'água	3	3
<b>DEGRADAÇÃO TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>7</b>

### 5.3.2.2 Trecho 2

O Trecho 2 apresenta-se dividido entre zona urbana e zona rural. A zona urbana de Farias Brito limita-se com a margem direita deste trecho em toda sua extensão, sendo que a maioria dos “quintais” das residências da rua principal da cidade se limitam com esta margem, tendo locais onde as edificações encontram-se dentro da APP. Na margem esquerda não existe área urbanizada, sendo que em toda sua extensão se encontram propriedades onde se desenvolve agricultura / pecuária extensivas. A Figura 15 demonstra a vista aérea deste trecho.

Figura 15: Vista aérea do Trecho 2 destacando as faixas marginais de APP existentes, pontos e subpontos de observação e a largura das faixas marginais.



O início do trecho, na margem direita, coincide com início da Avenida Manoel Pinheiro de Almeida, principal logradouro da cidade, com sentido paralelo em relação ao rio. Entre este logradouro e a margem, encontra-se a Escola de Ensino Fundamental Maria Carmosina Pinheiro, cujas edificações ainda ocupam o início da APP (Figura 15, subponto 2.1).

A Tabela 28 apresenta a largura da faixa marginal (direita e esquerda) de APP existente nos pontos e subpontos observados.

**Tabela 28: Largura das faixas marginais de APP existentes nos pontos e subpontos de observação do Trecho 2.**

<b>Ponto / Subponto</b>	<b>Largura da APP (m) Margem direita</b>	<b>Largura da APP (m) Margem esquerda</b>
2	0	0
2.1	44,4	33,4
2.2	34,9	69,8
2.3	12	12,4
2.4	0	0
3	38	0
<b>Média</b>	<b>21,55</b>	<b>19,27</b>

As duas faixas marginais de APP encontram-se substituídas (mais de 25%) por áreas de agricultura / pecuária (em maior proporção) e por edificações (em menor proporção), pois, em ambas as margens, considerando o comprimento do trecho, deveria existir uma faixa marginal de 0,036 Km<sup>2</sup> de APP preservada. Diante dos dados, na margem direita, só restam preservados 0,0016 Km<sup>2</sup> (44,4%), sendo que 0,02 Km<sup>2</sup> (55,6%) desta área encontra-se substituída por quintais residenciais, áreas destinadas à agricultura / pecuária e por edificações. Na margem esquerda a área preservada de APP é de 0,014 Km<sup>2</sup> (38,9%), sendo que 0,022 Km<sup>2</sup> (61,1%) encontra-se substituída.

Por ser o local que recebe todo fluxo d'água do Trecho 2, para cálculo da qualidade da água neste trecho, durante todo o período do levantamento de dados, foi considerada a média do IQA do Ponto 3 dos períodos chuvoso e seco.

Os demais fatores de degradação foram observados *in loco*, e estão descritos na FCDA (Quadro 8) e avaliados na Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental (Quadro 9).

**Quadro 8: Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) do Trecho 2.**

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 2 Comprimento: 0,71 Km		Período de observação: abril a setembro de 2017
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. MATA CILIAR		
1.1. Descrever a situação da cobertura vegetal na zona de proteção legal, verificação da presença e magnitude de mata ciliar remanescente.	A vegetação nativa foi reduzida a uma estreita faixa (menos de 50m) em praticamente todo o trecho.	Situação idêntica à margem esquerda.
1.2. Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	Em algumas áreas do trecho a vegetação nativa encontra-se rala, substituída por pastagens. Nos últimos 100 m do trecho essa substituição é quase completa. (Figura 17.1).	Em algumas áreas do trecho a vegetação nativa encontra-se rala, substituída por pastagens. Nos últimos 100 m do trecho essa substituição é completa (Figura 16.1)
2. EROSIÃO DAS MARGENS		
2.1. Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	Apresenta pequenas áreas de erosão	Situação idêntica à margem esquerda (Figura 16.2)
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1. Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	O leito menor apresenta alguns trechos com sedimentos depositados (Figura 17.2)	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1. Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Não há presença de pontos de obstrução	Situação idêntica à margem esquerda
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1. Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	A seção transversal encontra-se preservada.	No final do trecho, próximo ao ponto 3, percebe-se indícios de modificação do curso com a água percorrendo caminhos paralelos, não sendo bem visível a calha normal do rio (Figura 16.3)
5.2. Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	Não observado neste Trecho	Não observado neste Trecho
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	O início do trecho coincide com uma passagem molhada que liga a cidade ao Sítio Lagoa que, apesar de possuir manilhas para escoamento da água, em períodos de cheia prejudica o fluxo normal (Figura 20.4). O final do trecho é marcado pela ponte Luiz Otacílio Correia, que também em períodos de cheias as os aterros (cabeceiras da ponte) prejudicam o fluxo da	

	água propiciando inundações nas áreas à montante (Figura 17.4)	
<b>7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS</b>		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não observado nesta margem	No início do trecho foi observada a presença de entulho, lixo doméstico (sacolas, garrafas pet, embalagens plásticas etc) (Figura 16.5)
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	No final do trecho observou-se lixo (sacolas, garrafas pet, pneu etc.) depositado no leito (Figura 17.3)	Situação idêntica à margem esquerda
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).	Não observado no trecho	Rede de esgotos residenciais desaguando nesta margem sem nenhum tratamento (Figura 16.6)
<b>8. QUALIDADE DA ÁGUA</b>		
8.1 Relatar a qualidade da água considerando o ponto de coleta mais representativo do trecho	Considerando ambos os períodos de coleta, as águas deste trecho apresentaram uma qualidade ruim (IQA = 33,05)	
<b>9. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA</b>		
9.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial), ou se está sendo ocupada para prática de agricultura e/ou pecuária..	A APP dessa margem foi em sua maior parte substituída por áreas de agricultura e pecuária extensivas.	Pequenos trechos com edificações de uso comercial e residencial, sendo a maior parte ocupada por quintais residenciais e áreas de agricultura e pecuária (Figura 15)
9.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infraestrutura viária ou equipamentos públicos).	Não observado no trecho	Escola com quadra poliesportiva dentro da área de proteção legal (Figura 15)
9.3 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Não. A APP não apresenta os 50m de mata ciliar indicados para cursos d'água com largura entre 10 e 50m (Figura 15).	Não. A APP não apresenta os 50m de mata ciliar indicados para cursos d'água com largura entre 10 e 50m (Figura 15).

**Figura 16: Imagens da margem direita do trecho 2.**



**Figura 16.1** – Vegetação nativa substituída completamente por pastagens secas



**Figura 16.2** – Ponto de erosão considerável no final do trecho (próximo ao ponto 3)



**Figura 16.3** – margem com indícios de modificação do curso d'água



**Figura 16.4** – Passagem molhada construída com sistema de manilhas.



**Figura 16.5** – Entulho e lixo doméstico depositados na Margem no início do Trecho



**Figura 16.6** – Rede de esgoto desaguando nesta margem sem nenhum tratamento

**Figura 17: Imagens da margem esquerda do trecho 2.**



**Figura 17.1** – vegetação nativa quase completamente substituída por pastagens secas



**Figura 17.2** – sedimento depositado no leito do rio



**Figura 17.3** – lixo de natureza diversa depositado no leito



**Figura 17.4** – Ponte Luiz Otacílio Correia

**Quadro 9: Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental do Trecho 2.**

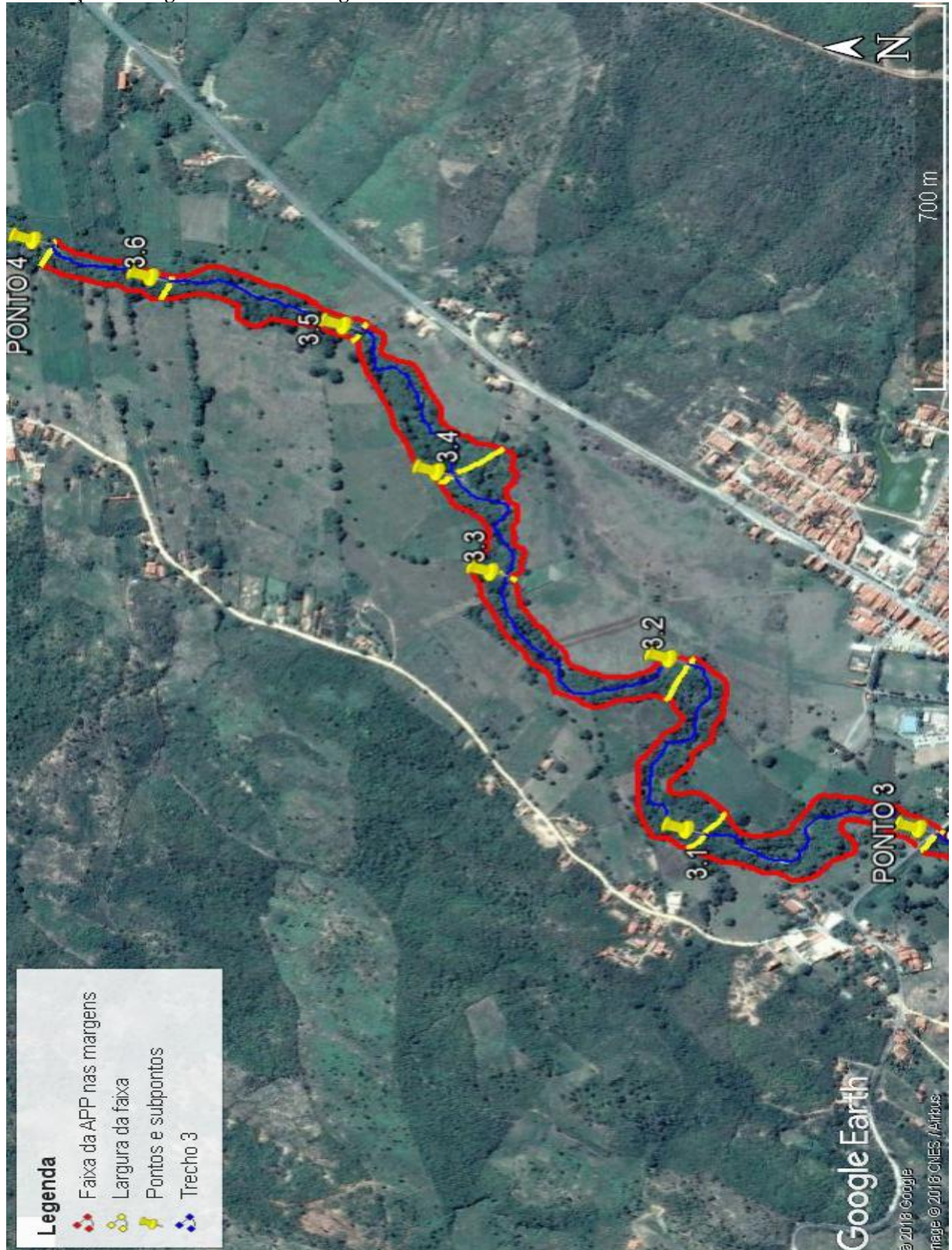
FATOR DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO (F)	TRECHO 2	
	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA
F1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	1	1
F2 - Lançamento de efluentes	3	0
F3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	2	2
F4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	1	0
F5 - Retificação da seção transversal	1	0
F6 - Construções de pontes e travessias	1	1
F7 – Qualidade da água	3	3
F8 - Presença de edificações ou áreas de agricultura e/ou pecuária na zona de proteção do curso d'água	3	3
<b>DEGRADAÇÃO TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>10</b>



### **5.3.2.3 Trecho 3**

A ponte Luiz Otacílio Correia marca o final do Trecho 2 e início do Trecho 3. Este limiar entre os dois trechos situa-se ao lado da zona urbana, e no decorrer do Trecho 3, imediatamente aparecem características de zona exclusivamente rural, em ambas as margens. A Figura 18 demonstra a vista aérea deste trecho.

Figura 18: Vista aérea do Trecho 3 destacando as faixas marginais de APP, pontos e subpontos de observação e a largura das faixas marginais.



A Tabela 29 apresenta a largura da faixa marginal (direita e esquerda) de APP existente nos pontos e subpontos observados.

**Tabela 29: largura das faixas marginais de APP existentes nos pontos e subpontos de observação do Trecho 3.**

<b>Ponto / Subponto</b>	<b>Largura da APP (m) Margem direita</b>	<b>Largura da APP (m) Margem esquerda</b>
3	0	38
3.1	52,4	40
3.2	0	79,4
3.3	12,8	46,6
3.4	87,8	28,8
3.5	11,4	17,6
3.6	0	35,5
4	0	41,5
<b>Média</b>	<b>20,55</b>	<b>40,93</b>

Em ambas as margens, considerando o comprimento do trecho, deveria existir uma faixa marginal de 0,13 Km<sup>2</sup> de APP preservada. Diante dos dados, na margem direita, só restam preservados 0,052 Km<sup>2</sup> (40%), sendo que 0,078 Km<sup>2</sup> (60%) desta área encontra-se substituída por áreas destinadas à agricultura / pecuária extensivas. Na margem esquerda a área preservada de APP é de 0,10 Km<sup>2</sup> (76,92%), sendo que 0,03 Km<sup>2</sup> (23,08%) encontra-se substituída.

Por ser o local que recebe todo fluxo d'água do Trecho 3, para cálculo da qualidade da água neste trecho, durante todo o período do levantamento de dados, foi considerada a média do IQA do Ponto 4 dos períodos chuvoso e seco.

Os demais fatores de degradação foram observados *in loco*, e estão descritos na FCDA (Quadro 10) e avaliados na Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental (Quadro 11)

**Quadro 10: Ficha de Caracterização da Degradação Ambiental (FCDA) do Trecho 3.**

FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL INCIDENTE NO CURSO D'ÁGUA		
TRECHO: 3 Comprimento: 2,60 Km		Período de observação: abril a setembro de 2017
FATOR DE DEGRADAÇÃO	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA
1. MATA CILIAR		
1.1. Descrever a situação da cobertura vegetal na zona de proteção legal, verificação da presença e magnitude de mata ciliar remanescente.	A vegetação nativa encontra-se bem mais densa do que nos trechos anteriores, porém, na maior parte do Trecho ocupa uma largura menor que a exigida legalmente (menos de 50 m)	Situação idêntica à margem esquerda.
1.2. Se houver substituição da mata nativa, descrever as características da vegetação incidente.	No restante da área onde deveria haver mata nativa, a mesma encontra-se substituída por pastagens (Figura 19.1)	Situação idêntica à margem esquerda.
2. EROSIÃO DAS MARGENS		
2.1. Relatar a situação das margens quanto à presença de ponto de erosão.	O trecho apresenta áreas de erosão (Figura 19.2)	Situação idêntica à margem esquerda.
3. ASSOREAMENTO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
3.1. Descrever a condição do leito do curso d'água quanto à presença de sedimentos, e, se estes são ou não significativos.	Apresenta áreas no leito com acúmulo de sedimento (Figura 19.3)	
4. OBSTRUÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL		
4.1. Observar e expor a ocorrência de obstruções que venham a diminuir a capacidade do escoamento no leito menor do curso d'água.	Não observado no trecho	Situação idêntica à margem esquerda.
5. MODIFICAÇÃO DO CURSO D'ÁGUA		
5.1. Relatar se a seção transversal do leito menor sofreu retificação ou se o eixo longitudinal foi modificado (corte de meandros).	Não identificado no trecho	Não identificado no trecho
5.2. Identificar que tipos de obras de macrodrenagem foram implantadas no curso d'água - canalização, tamponamento através de galerias, revestimento das margens ou do fundo.	Não identificado no trecho	Não identificado no trecho
6. EXISTENCIA DE PONTES		
6.1 Descrever em que situação encontram-se as pontes e travessias, ou seja, se foram construídas de forma a garantir o escoamento sem obstruções.	Não existem pontes nem travessias no trecho	
7. POLUIÇÃO DO LEITO E DAS MARGENS		
7.1 Indicar se houver a presença de resíduos sólidos depositados nas margens, descrevendo qual a natureza.	Não identificados resíduos sólidos no Trecho	Situação idêntica à margem esquerda.
7.2 Indicar se houver a presença de material sólido no leito menor do curso d'água, descrevendo qual a natureza	Não identificados no Trecho	Situação idêntica à margem esquerda
7.3 Relatar se existe lançamento de efluentes	Não identificado no trecho	Situação idêntica à

no leito do curso d'água, e qual a sua natureza (doméstico comercial ou industrial).		margem esquerda
<b>8. QUALIDADE DA ÁGUA</b>		
8.1 Relatar a qualidade da água considerando o ponto de coleta mais representativo do trecho	Considerando ambos os períodos de coleta, as águas deste trecho apresentaram uma qualidade aceitável (IQA = 46,25)	
<b>9. OCUPAÇÃO DO SOLO NA FAIXA DE PROTEÇÃO LEGAL DO CURSO D'ÁGUA</b>		
9.1 Relatar se há presença de edificações privadas na faixa de proteção legal e qual a sua natureza (comercial industrial ou residencial).	Não identificado no trecho	Não identificado no trecho
9.2 Relatar se há edificações públicas na faixa de proteção legal e que natureza (infraestrutura viária ou equipamentos públicos), ou se está sendo ocupada para prática de agricultura e/ou pecuária..	Parte da APP (23,08%) é ocupada por áreas de agricultura e pecuária extensivas (Figura 19.4)	A maior parte da APP (60%) encontra-se substituída por áreas de agricultura e pecuária extensivas
9.3 Identificar se uso do solo atende a Legislação Federal incidente – Código Florestal.	Não. Em parte do trecho (23,08%), a APP não apresenta os 50m de mata ciliar indicados para cursos d'água com largura entre 10 e 50m (Figura 18)	Não. Na maior parte do trecho (60%) a APP não apresenta os 50m de mata ciliar indicados para cursos d'água com largura entre 10 e 50m (Figura 18)

**Figura 19: Imagens da margem esquerda do trecho 3.**



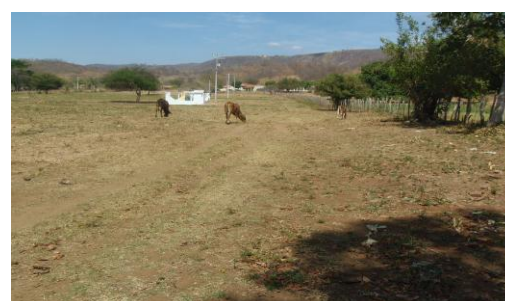
**Figura 19.1** – pastagens substituíndo a vegetação nativa



**Figura 19.2** – área de erosão no final do trecho



**Figura 19.3** – Presença de sedimento depositado no leito do rio



**Figura 19.4** – gado solto em uma propriedade nesta margem

**Quadro 11: Ficha de Avaliação da Degradação Ambiental do Trecho 3.**

FATOR DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO (F)	TRECHO 3	
	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA
F1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	1	1
F2 - Lançamento de efluentes	0	0
F3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	1	1
F4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	0	0
F5 - Retificação da seção transversal	0	0
F6 - Construções de pontes e travessias	0	0
F7 – Qualidade da água	2	2
F8 - Presença de edificações ou áreas de agricultura e/ou pecuária na zona de proteção do curso d'água	3	2
<b>DEGRADAÇÃO TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

#### 5.3.2.4 Consolidação dos resultados da degradação identificada

O Quadro 12 demonstra a consolidação dos resultados da degradação identificada, especificando o grau de degradação em valores absolutos, possibilitando uma comparação dos resultados de cada trecho e a visualização imediata de qual trecho apresenta uma degradação maior. Os dados estão consolidados de forma que se percebe o grau de degradação em cada margem de cada trecho, considerados neste estudo.

Observa-se nesta consolidação que o Trecho 2 é o que apresenta um maior grau de degradação evidenciada pela maior agressão ao meio físico (maior ocupação da APP, lançamento de lixo e entulhos no leito e na margem etc.) e pelo lançamento de efluentes (esgotos) no leito do rio sem nenhum tratamento.

Também observa-se que a margem direita é a mais comprometida nos três trechos, pois, além da ocupação da APP para prática de agricultura e pecuária extensiva em toda a área, esta margem é a que está mais exposta às pressões antrópicas exercidas pela ocupação por área urbana nesta área de estudo.

Outra percepção importante é a de que os trechos 1 e 3 possuem grau de degradação semelhante, entendendo-se perante os resultados que este fato ocorre em função de que estes trechos possuem características mais semelhantes entre si.

Quadro 12: Consolidação dos resultados da degradação ambiental.

FATOR DE AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO (F)	TRECHO 1		TRECHO 2		TRECHO 3	
	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA	MARGEM DIREITA	MARGEM ESQUERDA
F1 - Degradação e/ou remoção da mata ciliar	1	1	1	1	1	1
F2 - Lançamento de efluentes	0	0	3	0	0	0
F3 - Presença de resíduos sólidos no leito do curso d'água	0	0	2	2	1	1
F4 - Depósito de resíduos sólidos na zona de proteção legal do curso d'água	1	0	1	0	0	0
F5 - Retificação da seção transversal	0	0	1	0	0	0
F6 - Construções de pontes e travessias	1	1	1	1	0	0
F7 - Qualidade da água	2	2	3	3	2	2
F8 - Presença de edificações ou áreas de agricultura e/ou pecuária na zona de proteção do curso d'água	3	3	3	3	3	2
<b>DEGRADAÇÃO TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

### **5.3.3 Evolução histórica dos aspectos ambientais do rio Cariús na Zona Urbana de Farias Brito – CE**

A aplicação do questionário (Quadro 5) foi a estratégia utilizada para obter esses dados. Ele foi aplicado a 20 pessoas cujas respostas encontram-se descritas a seguir, de forma que respostas iguais ou com mesmo sentido para cada item não foram repetidas. Como as perguntas são abertas, para melhor visualização, a seção encontra-se organizada com cada item seguido dos questionamentos.

**De acordo com a atual situação em que se encontra o Rio Cariús, considerando o seu vale (margens e leito) na zona urbana, quais as mudanças que podem ser descritas com relação ao ecossistema desta área em comparação as décadas anteriores ao ano de 1990 ?**

Para este item, obteve-se as seguintes respostas:

- Não são mais encontrados peixes devido ao aumento da descarga de esgotos no rio;
- Perda da qualidade da água;
- Aumento da área urbana nas proximidades das margens do rio;
- Uso do solo nas áreas de preservação para a agricultura, pecuária e construção civil;
- Desmatamento, lixo e entulhos no leito e margens do rio;
- Substituição da mata nativa nas margens por pastagens;
- Assoreamento e redução do fluxo d'água do rio em virtude do desmatamento;
- Redução da fauna (peixes, insetos, sapos, rãs, cobras, pássaros) ;
- Substituição de comunidades característica da fauna e da flora em virtude do desmatamento;
- Diminuição de água acumulada no leito do rio no período seco;
- Mudanças do percurso do leito do rio;
- Inundações mais frequentes em períodos de cheias;



**Quais as principais atividades que são realizadas hoje no leito e margens deste rio? Tem alguma atividade que era realizada antes nesta área e que hoje, devido às mudanças ocorridas, não são mais possíveis de serem realizadas?**

Para este item, obteve-se as seguintes respostas:

- Pecuária e irrigação para cultivo de milho, feijão e algumas plantações de hortifrutigranjeiros. A pesca, o lazer e a lavagem de roupas no rio são exemplos de atividades que não são mais realizadas;

- Cultivo de capim de pisoteio e de algumas fruticulturas;

- Extração de areia no leito do rio para construção civil e criação de gado com cultivo de capim para este fim. Não se pratica mais a pesca.

- Retirada de água para abastecimento e irrigação. O rio não é mais utilizado para o lazer como era antes, pois era comum a diversão com o famoso “banho de rio”.

- Desmatamento das margens para produção de pasto (pecuária). No leito do rio toda prática de lazer e a pesca se tornaram inviáveis devido à poluição e escassez d’água.

- Embora seja raro, mais ainda se observa olarias para produção de tijolos maciços.

**Dê o seu ponto de vista sobre a importância ecológica do rio para a população ribeirinha.**

Para este item, obteve-se as seguintes respostas:

- Traz saúde, vida para a população ribeirinha;

- O rio é fonte de água para a irrigação de pastagens. Pode oferecer peixe como fonte de alimentação. Para algumas famílias é fonte de sobrevivência.

- A preservação do rio é importante para melhorar a oferta de água e diminuir a disseminação de doenças através de água contaminada;

- A implantação de saneamento básico é importante para as famílias do município;

- O descaso com o rio tem prejudicado porque ele vem deixando de fazer o seu papel de fonte de sobrevivência para a população;

- Todo ser vivo precisa de água para sobreviver e o rio é essa fonte de vida na nossa região;

- A população da sede do município e dos distritos de Nova Betânia e Cariutaba dependem do rio Cariús para seu abastecimento de água, produção de diversos alimentos e lazer;

- Além de água, o rio é uma fonte de espécies da fauna e da flora local;

- Além da disponibilidade hídrica, o rio desempenha ainda papel social, econômico e cultural para a região;

- No rio e em suas margens existem vários ecossistemas onde várias espécies interagem. O ribeirão precisa da água para o consumo, irrigação e criação de animais. A destruição do leito e das margens vem diminuindo a qualidade de vida de tal maneira que muitos ribeirinhos vem abandonando seus locais de origem;

- O rio é importante para a sustentabilidade local;

- O rio é importante para manter a umidade local e o aspecto paisagístico da região.

### **5.3.3.1 Comentários sobre as respostas do questionário**

A análise da evolução histórica dos aspectos ambientais na área deste estudo, a partir das respostas obtidas com a aplicação do questionário, indica que a área vem diminuindo a sua qualidade, não somente em termos ecológicos, mas também em termos econômicos e culturais.

Com relação ao primeiro item observa-se diante das respostas que o vale do rio sofreu alterações significativas no que diz respeito à oferta de alimento (principalmente peixe) que em décadas anteriores existia em grande quantidade e hoje praticamente não encontra-se mais na área considerada neste estudo.

Muitas mudanças relatadas confirmam o que a análise da degradação ambiental aponta:

- o uso indevido dos solos do vale através do aumento da área urbana nas proximidades do rio, utilização para prática extensiva de agricultura, pecuária e construção civil (retirada de areia do leito e edificações dentro das APP'S);

- a agressão física ao meio através do desmatamento ou substituição da mata nativa nas margens por pastagens, acúmulo de lixo e entulho no leito e nas margens.

Ocorre então uma reação em cadeia. A partir do uso indevido e da agressão física, surgem outras alterações: assoreamento acompanhado da redução da capacidade de fluxo das águas; mudança de percurso do leito do rio causando inundações mais frequentes em tempos de cheia; redução da fauna e da flora.

Todas essas alterações são refletidas na quantidade e na qualidade da água. Além do aumento da escassez d'água, a qualidade da mesma é afetada devido às ações antrópicas evidenciadas nesta pesquisa.

Com relação ao segundo item, observou-se claramente, além do prejuízo ecológico, o prejuízo econômico e cultural. A pesca que foi muito realizada quando o rio ofertava muito peixe, deixou de ser realizada e muitas famílias perderam uma fonte de renda, pois muitos pescadores a utilizavam com fins comerciais, como meio de sustento da família. O banho de rio que era comum em todo o leito se perdeu no tempo devido à escassez de água, mudando completamente os hábitos de lazer da população ribeirinha.

Com relação ao terceiro e último item, foi dada uma grande ênfase a importância do rio como fonte de água e sua utilização para atividades de subsistência, como o abastecimento e irrigação para prática de agricultura e pecuária. Isso está condizente também com a análise da degradação ambiental, já que ficou evidente que o uso do solo é muito efetivo na área deste estudo para essas práticas, chegando ao ponto de exceder os limites toleráveis à medida que desrespeita a legislação vigente em termos de ocupação dos solos quando utiliza os mesmos de forma indiscriminada para estas práticas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de estudo, considerando a hidrografia, recebe fluxos d'água provenientes da parte à montante da sub-bacia de drenagem do rio Cariús e de toda microbacia do rio São Romão, a qual deságua no rio Cariús nas APP'S da margem esquerda, principalmente no final do trecho 2, onde se localiza o terceiro ponto amostral de coletas desta pesquisa. A influência da parte superior da sub-bacia do rio Cariús e da microbacia do rio São Romão é significativa sobre a área deste estudo no período chuvoso, tendo em vista os dois rios serem intermitentes e não apresentarem vazão no período seco. No período seco, as características hidrológicas da área considerada nesta pesquisa refletem mais o que acontece na área de estudo em termos locais.

A caracterização morfométrica indica que a área não está propensa a grandes inundações, porém, devido ao uso e ocupação inadequados dos solos, constatou-se a ocorrência de inundações em períodos sazonais.

A análise da degradação ambiental demonstra que está ocorrendo uma ocupação e uso indiscriminado dos solos no vale do rio Cariús na área deste estudo, tanto nas áreas de zona urbana, como nas de zona rural.

Na zona rural, o desrespeito quanto à ocupação da faixa marginal de APP proporciona uma instabilidade ao curso d'água, principalmente por deixar o leito e as margens mais propensos a alterações físicas como erosão e assoreamento e por provocar a redução rápida da água acumulada no leito do rio quando cessa o período de chuvas.

No perímetro urbano, além da instabilidade provocada pela ocupação das APP'S, o lançamento de resíduos sólidos nas margens e no leito, assim como o lançamento de resíduos domésticos através de esgotos não tratados diretamente no leito agravam a situação, pois, além de poluir os solos, contaminam e poluem a água, tornando-a imprópria para utilização e também inviabilizam a vida de seres aquáticos, principalmente peixes.

Os dados coletados e analisados nesta pesquisa, tanto através da verificação da degradação, assim como com a aplicação dos questionários, elucidam que o rio Cariús nesta área está tornando-se um ambiente insustentável, considerando principalmente as vertentes ambiental, econômica e cultural.

Enfim, a realização desta pesquisa comprova as hipóteses de que o uso e ocupação dos solos da bacia de drenagem do rio Cariús, na zona urbana de Farias Brito – CE, está alterando as características hidrológicas, ecológicas e limnológicas das áreas de preservação permanente da área estudada e de que as pressões antrópicas exercidas sobre as áreas de preservação permanente do rio Cariús, na zona urbana de Farias Brito – CE estão comprometendo a disponibilidade e a qualidade dos recursos naturais.

No intuito de obter uma visão mais detalhada da situação do rio Cariús, recomenda-se a realização de pesquisas neste mesmo formato em cada município que o rio percorre (Santana do Cariri, Nova Olinda e Cariús);

Diante da realidade diagnosticada nesta área de estudo, recomenda-se também a realização de trabalhos científicos visando a revitalização e preservação deste ambiente, seguido de campanhas com tal finalidade, abrangendo os diversos setores da sociedade civil (poderes legislativo e executivo, escolas, secretarias de governo, ONG'S etc.)

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Nadjacleia Vilar; CUNHA, Sandra Baptista da; NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá – Nordeste do Brasil/ Paraíba. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, edição especial, p. 365-378, 2012. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/0B8gWTN\\_hgGp0V0w1c0tiSm9SRzg/edit?pref=2&pli=1](https://drive.google.com/file/d/0B8gWTN_hgGp0V0w1c0tiSm9SRzg/edit?pref=2&pli=1)>. Acesso em: 28 jan. 2016.

ÁLVAREZ, Isabel Galego; VILLARDÓN, Maria Purificación Galindo; ROSA, Miguel Rodríguez. **Evolution of sustainability indicator worldwide: A study from the economic perspective based on the X-STATICO method**. *Ecological Indicators* (2015): Nº 58, pág. 139 – 151.

BADO, Cristiane; PERCIO, Janaina Eliza; LINDINO, Cleber Antonio. **A Demanda Química de Oxigênio: Questionamentos**. *Revista Analytica – Dezembro 2012 / Janeiro 2013 – Nº 62*, pág 44 – 51. Disponível em: [http://portalpos.unioeste.br/media/File/energia\\_agricultura/A\\_demanda\\_quimica\\_de\\_oxigenio\(1\).pdf](http://portalpos.unioeste.br/media/File/energia_agricultura/A_demanda_quimica_de_oxigenio(1).pdf) . Acesso em 15/10/2017.

BISPO, Thálasso Bezerra. **Análise da Qualidade de Água no Município de Juazeiro do Norte**. Universidade Federal do Cariri. Juazeiro do Norte – CE: 2015. Disponível em: <http://proder.ufca.edu.br/wp-content/uploads/sites/19/2016/04/0016.pdf> . Acesso em 28/10/2017.

BIZERRIL, C. R. S. F.; PRIMO, P. B. **Peixes de Águas do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: FEMAR-SEMADES, 2001. 417 p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABIkkAL/pesquisa-disponibilidade-agua-no-mundo>>. Acesso em: 20 set. 2015.

BORGES, Maurício José; GALBIATTI, João Antonio; FERRAUDO, Antonio Sergio. **Monitoramento da Qualidade Hídrica e Eficiência de Interceptores de Esgoto em Cursos d'Água Urbanos da Bacia Hidrográfica do Córrego Jaboticabal**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos – Volume 8, n. 2*, pág. 161 – 171. Porto Alegre – RS: 2003. Disponível em: [https://abrh.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/36/6c7d58f2b688105ae980e27eed30a35a\\_9b43c345484afe37834d7df822d453eb.pdf](https://abrh.s3-sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/36/6c7d58f2b688105ae980e27eed30a35a_9b43c345484afe37834d7df822d453eb.pdf) . Acesso em 29/10/2017.

BRASIL (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Palácio do Planalto: Brasília – DF, 5 de outubro de 1988. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm)>. Acesso em: 19 fev. 2017

BRASIL. **Lei Nº 12.651/2012 de 25 de maio de 2012**. Palácio do Planalto: Brasília – DF, 25 maio 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 20 maio 2015.

BRASIL. **Lei Nº 9.433/1997 de 08 de janeiro de 1997**. Palácio do Planalto: Brasília – DF, 08 de janeiro de 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 19 fev. 2017

BRASIL. CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi [organizadores]. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007

BRASIL. **Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Tribunal de Contas da União: Brasília – DF: 2012

BURSZTYN, Marcel (org.). **Ciência, ética e sustentabilidade** / – 2. ed – São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2001

CARVALHO, Thiago Morato de. **Técnicas de Medição de Vazão por Meios Convencionais e não Convencionais**. RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física – Vol. 01, n. 01. Recife – PE, 2008: p. 73 – 85.

CEARÁ. **Cartilha de Educação Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos**. Fortaleza: CBH Litoral, 2009.

CEARÁ. Lei n. 14.882 de 27 de janeiro de 2011. **Ceará**, Fortaleza, 27 jan. 2011. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=123271>>. Acesso em: 07 jul. 2015.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **A questão da água no nordeste**. Disponível em: <[http://www.cgee.org.br/eventos/Agua\\_Nordeste/contextualizacao.htm](http://www.cgee.org.br/eventos/Agua_Nordeste/contextualizacao.htm)>. Acesso em: 22 maio 2015.

CHACON, Suely Salgueiro. **O sertanejo e o caminho das águas: políticas públicas, modernidade e sustentabilidade no semi-árido**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007.

CHEN, Wendy Y.. **Environmental externalities of urban river pollution and restoration: A hedonic analysis in Guangzhou (China)**. Landscape and Urban Planning, Nº 157 (2017): pág. 170 – 179.

COHEN, Boyd; MUÑOZ, Pablo. **Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework.** Journal of Cleaner Production XXX (July 2015) :pág. 1 – 11.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução No 357, de 17 de março de 2005.** DOU nº 053, de 18/03/2005, pág. 58-63.

COSTA, Fernando Barbosa; FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. **Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (IQA) na porção mineira da bacia do rio Parnaíba.** Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v.7, n.18, p. 22-47, set. 2015. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/7edicao/n18/2.pdf>. Acesso em 02/02/2018

COSTA, Simone Dalla. **Estudo da viabilidade de revitalização de curso d'água em área urbana: estudo de caso no Rio Córrego Grande em Florianópolis, Santa Catarina.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, 2008.

CUNHA, Andréia Heringer da; TARTLER, Natália de; SANTOS, Raqueline Brito dos; FORTUNA, Jorge Luiz. **Análise microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas - BA.** Revista Biociências, UNITAU – Volume 16, número 2, pág. 86 – 93. Taubaté – SP: 2010. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biociencias/article/viewFile/1159/810> . Acesso em: 29/10/2017

CUNHA, Sandra Baptista da. Sustentabilidade dos canais urbanos nas áreas tropicais. In: PINHEIRO, Daniel R. de C. (Org.). **Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões.** Fortaleza: ABC Editora, 2006, p. 19-33.

DADOLAH-SOHRAB, A.; ARJOMAND, F.; FADAEI-NASAB, M. **Water quality index as a simple indicator of watersheds pollution in southwestern part of Iran.** Water and Environment Journal (2012). DOI:10.1111/j.1747-6593.2011.00303.x

Documento de Referência. **I Conferência Nacional de Desenvolvimento Regional.** Secretaria de Desenvolvimento Regional. Brasília, julho de 2012. Disponível em: [http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=54bce099-503a-4076-8613-d90dd6107c79](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=54bce099-503a-4076-8613-d90dd6107c79)

FILHO, Maurício David de Freitas. **Indicadores de degradação de cursos d'água em áreas urbanas.** Florianópolis - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Cursos de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010.

FREMIER, Alexander K. *et al.* **A riparian conservation network for ecological resilience.** Biological Conservation (2015): Nº 191, pág. 29 – 37.



IDAJATI, Hertiari. **Cultural and tourism planning as tool for city revitalization - the case study Of Kalimas River, Surabaya-Indonesia.** Procedia - Social and Behavioral Sciences N. 135, p. 136 – 141, 2014.

JIANG, Tong; FISCHER, Tomas; LU, Xi Xi. **Larger Asian rivers: Impacts from human activities and climate change.** Quaternary International, n. 380 – 381, p. 1-4, 2015.

JOBIN, Benoit; BÉLANGER, Luc; BOUTIN, Céline; MAISONNEUV, Charles. **Conservation value of agricultural riparian strips in the Boyer River watershed, Québec (Canada).** Agriculture, Ecosystems and Environment, n. 103, p. 413-423, 2004.

KAURISH, Fredrick W.; YOUNOS, Tamim. **Developing a standardized water quality index for valuating surface water quality.** Journal of the American water resources association. Vol 43, Nº 2: 533 – 545, Abril 2007.  
DOI: 10.1111/j.1752-1688.2007.00042.x

LEZY-BRUNO, Louise; OLIVEIRA, Yara. **A experiência francesa em gestão de águas: práticas voltadas para a valorização dos recursos hídricos e da paisagem.** APP urbana–seminário nacional sobre o tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao Parcelamento do solo. São Paulo, 2007.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água.** Campinas – SP: Editora Átomo, 2005.

LIOU, Shiow-Mey; LO, Shang-Lien; WANG, Shan-Hsien. **A Generalized Water Quality Index For Taiwan.** Environmental Monitoring and Assessment 96: 35–52, 2004.

LOURENÇO, Devanio Fideles. **A Mata Ciliar do Rio Cariús no Perímetro Urbano de Farias Brito – Ceará – Brasil: Realidade e Ações para a Revitalização e Preservação.** Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade – V. 1, Nº 3, p. 255 – 271. Grajaú – MA: 2015.

NASCIMENTO, Nilo O.; HELLER, Léo. **Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e o saneamento.** Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n.1, p.36-48, janeiro/março, 2005.

HENRIQUES NETO, Daniel. **Proposta de metodologia para avaliação de alternativas de revitalização de cursos d'água urbanos.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Curso de Graduação em Engenharia e Sanitária e Ambiental, 2010.

PAOLA, Francesco De *et al.* **Sustainable development of storm-water systems in African cities considering climate change.**Procedia Engineering (2015): Nº 119, p. 1181 – 1191.

PEREZ BEDREGAL, Michel Ângelo. **Dissertação:** Análise Estatística e Geoestatística de Dados Geoquímicos de Superfície Aplicada a Exploração de Hidrocarbonetos. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2008.

POMPEU, P. S.; ANDRADE e SANTOS, H. de (2006). “O desafio da revitalização de cursos d’água urbanos”. Cadernos Manuelzao. v.1, n. 2 nov. 2006. Belo Horizonte, MG, pp. 28 – 33.  
SAID, Ahmed; STEVENS, David K.; SEHLKE Gerald. **An Innovative Index for Evaluating Water Quality in Streams.** Environmental Management Vol. 34, No. 3 (2004): 406–414. DOI: 10.1007/s00267-004-0210-y

PORTAL EDUCAÇÃO. **Forma da Bacia Hidrográfica.** (s.d). Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/formada-bacia-hidrografica/42222>>. Acesso em 24/02/2018.

RIBEIRO, Emerson Santos. **Análise da Qualidade da Água do Rio Catu da Bacia Hidrográfica do Rio Pojuca – Bahia.** Universidade Católica de Salvador. Salvador – BA: 2011. Disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/bitstream/123456730/311/1/EmersonRibeiro-UCSAL-V2.pdf> . Acesso em 28/10/2017.

SAID, Ahmed; STEVENS, David K.; SEHLKE Gerald. **An Innovative Index for Evaluating Water Quality in Streams.** Environmental Management Vol. 34, No. 3 (2004): 406–414  
DOI: 10.1007/s00267-004-0210-y

SARKAR, Chinmoy; ABBASI, S. A.. **QUALIDEX – A NEW SOFTWARE FOR GENERATING WATER QUALITY INDICE.** Environmental Monitoring and Assessment (2006) 119: 201–231 DOI: 10.1007/s10661-005-9023-6

SEAR, D.; NEWSON, M.; HILL, C.; OLD, J.; BRANSON, J. (2009). “A method for applying fluvial geomorphology in support of catchment-scale river restoration planning”. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 19, p. 506-519.

SGUAREZI, Eliege de Maman *et al.* **Características Limnológicas de Três Córregos de Primeira Ordem na Serra dos Parecis, Mato Grosso.** Revista de Ciências Agro-Ambientais – V. 5, N.1, pág 45 - 58. Alta Floresta – MT: 2007. Disponível em: [http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol5/5\\_artigo\\_v5.pdf](http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol5/5_artigo_v5.pdf) . Acesso em 14/10/2017.

SOBRAL, M. C.; GUNKEL, G.; ROHN, H.; AURELIANO, J.: **Avaliação do Monitoramento da Qualidade da água de rios intermitentes: o caso do rio Ipojuca, Pernambuco.** XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa, 2005.

SUN, Xiao *et al.* **Comprehensive evaluation of different scale cities' sustainable development for economy, society, and ecological infrastructure in China.** Journal of Cleaner Production XXX (September 2015) : p. 1 – 9.

TEIXEIRA, Wilson [*et al.*] **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

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 Uniara, N° 20, 2007: p. 137 – 156. Disponível em: <[http://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20\\_11.pdf](http://www.uniara.com.br/legado/revistauniara/pdf/20/RevUniara20_11.pdf)>. Acesso em 19 fev. 2017.

VANZELA, Luiz S.; HERNANDEZ, Fernando B. T.; FRANCO, Renato A. M.: **Influência do Uso e Ocupação do Solo nos Recursos Hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – V. 14, n. 1, pág. 55 – 64. Campina Grande – PB: 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n1/v14n01a08.pdf> . Acesso em 28/10/2017.

VENTURA, Magda Maria. **O Estudo de Caso como Modalidade de Pesquisa**. Revista SOCERJ (2007): pág. 383 – 386.

WANG, Xuan *et al.* **Variation analysis of streamflow and ecological flow for the twin rivers of the Miyun Reservoir Basin in northern China from 1963 to 2011**. Science of the Total Environment (2015): pág. 739 – 749.

#### **Sites Consultados:**

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABIKkAL/pesquisa-disponibilidade-agua-no-mundo>>. Acesso em: 22 maio 2015.

<<http://www.horlogeparlante.com/coordenadas-geograficas-3400497.html>>. Acesso em: 22 maio 2015.

<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Farias\\_Brito](https://pt.wikipedia.org/wiki/Farias_Brito)>. Acesso em: 25/11/2016

<<http://www.funceme.br/app/calendario/produto/municipios/media/anual>>. Acesso em 26/11/2016

<<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/139x.htm>>. Acesso em 27/11/2016

<<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2011/04/total-de-habitantes-das-areas-urbanas-cresce-e-chega-a-84-4-em-2010>>. Acesso em 24/03/2017