



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

KAÍQUE BRITO SILVA

**ABORDAGEM GEOGRÁFICA PARA VALORAÇÃO DE RECURSO HÍDRICO
BASEADO EM CARACTERÍSTICAS SISTÊMICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO CACHOEIRA, BAHIA-BRASIL**

CAMPINAS

2021

KAÍQUE BRITO SILVA

ABORDAGEM GEOGRÁFICA PARA VALORAÇÃO DE RECURSO HÍDRICO
BASEADO EM CARACTERÍSTICAS SISTÊMICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO CACHOEIRA, BAHIA-BRASIL

TESE APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
DOUTORA EM GEOGRAFIA NA ÁREA DE ANÁLISE
AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL.

Orientador: Prof. Dr. Raul Reis Amorim

Coorientador: Prof. Dr. Neylor Alves Calasans Rego

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO KAÍQUE BRITO
SILVA E ORIENTADO PELO PROF. DR. RAUL REIS
AMORIM.

CAMPINAS

2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

Si38a Silva, Kaíque Brito, 1992-
Abordagem geográfica para valoração de recurso hídrico baseado em características sistêmicas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Bahia-Brasil / Kaíque Brito Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Raul Reis Amorim.
Coorientador: Neylor Alves Calasans Rego.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Bacias hidrográficas. 2. Água - Uso. 3. Governança. I. Amorim, Raul Reis, 1981-. II. Rego, Neylor Alves Calasans, 1961-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Geographical approach to water recourse valoation based on systemic characteristics of Cachoeira river basin, Bahia-Brazil

Palavras-chave em inglês:

Watersheds

Water use

Governance

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Doutor em Geografia

Banca examinadora:

Raul Reis Amorim [Orientador]

Archimedes Perez Filho

Salvador Carpi Júnior

Emerson Martins Arruda

Vinícius de Amorim Silva

Data de defesa: 11-06-2021

Programa de Pós-Graduação: Geografia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <http://orcid.org/0000-0002-2478-8950>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/8580169621488950>



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: Kaíque Brito Silva

**ABORDAGEM GEOGRÁFICA PARA VALORAÇÃO DE RECURSO HÍDRICO
BASEADO EM CARACTERÍSTICAS SISTÊMICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO CACHOEIRA, BAHIA-BRASIL**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Raul Reis Amorim

Coorientador: Prof. Dr. Neylor Alves Calasans Rego

Aprovado em: 11 / 06 / 2021

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Raul Reis Amorim - Presidente

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Dr. Salvador Carpi Júnior

Prof. Dr. Emerson Martins Arruda

Prof. Dr. Vinícius de Amorim Silva

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 11 de junho de 2021.

AGRADECIMENTOS

Até a construção final dessa tese foram muitos que me ajudaram a construir essa ideia. Mas aqui, destaco inicialmente o incentivo de minha família, em especial meu pai Edivaldo e minha avó Isabel, que estiveram ao meu lado sempre, inclusive com incentivos e preocupações em minha mudança para Campinas. Em seguida, agradeço a amizade e a confiança de meu orientador Raul, que virou umas das pessoas que me inspiro para a vida profissional. A sua forma carinhosa de ser foi um caminho aberto para o sucesso de todas as nossas atividades juntos. Obrigado! Agradeço também aos amigos de vida universitária Rogério Rocha e Pedro Libório, que por muitos dias me incentivaram a fazer ciência com entusiasmo. Agradeço também aos colegas amigos que fiz na convivência de corredores Ralph Charles, Vicente, Thalita, Limeira, Lucas de Souza e Thiago Manhães. Agradeço também a minha amiga Sueli e família. Faço menção também a João Bittencourt pelo apoio junto a EMASA (Itabuna) para fazer as coletas e análises de água. Agradeço também aos meus amigos incentivadores Neylor Calasans (coorientador), Fred Ribeiro, Jonatas Batista e Roberto José da Silva e Eduardo (primo).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº. 2016/00007-3 e processo nº. 2018/09401-1.

Faço menção também ao Departamento Ciências Agrárias e Ambientais (DCAA) e Laboratório de Climatologia da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) apoio técnico e logístico. Obrigado a todos!

EPÍGRAFE

“Numa democracia verdadeira, é o modelo econômico que se subordina ao modelo cívico. Devemos partir do cidadão para a economia e não da economia para o cidadão”.

(Milton Santos)

RESUMO

A qualidade e a quantidade de água de determinada bacia hidrográfica são definidas pelas relações dos seus atributos físicos e características sociais que estão contribuindo para sua configuração de paisagem. Na perspectiva de um recurso hídrico, as suas valoração e precificação devem sofrer alterações em função dos diversos cenários presentes nos cursos hidrográficos. Essas reflexões norteiam essa tese que utiliza como estudo de caso a bacia hidrográfica do rio Cachoeira (BHRC). A partir da teoria geral dos sistemas, o entendimento das sínteses naturalistas permitiu, nessa pesquisa, a apresentação de uma abordagem geográfica para valoração de recurso hídrico que envolveu o (1) mapeamento de sistemas naturais, (2) identificação de sistemas antrópicos com foco no saneamento básico, (3) elementos de uso da terra e qualidade da água e (4) confecção de uma matriz de análise. Os geossistemas foram mapeados, através de um SIG, utilizando informações sobre geologia, geomorfologia, pedologia e tipo climático. Os sistemas antrópicos foram mapeados utilizando informações de saneamento disponíveis no último censo do IBGE. O uso da terra foi mapeado utilizando imagens de satélite *Landsat-8*, e a qualidade da água foi determinada através do IQA, coletada em 8 pontos. Foram oito geossistemas mapeados. Os cenários de saneamento básico e uso da terra revelam que no alto e baixo curso da BHRC há desafios na gestão de água que envolve aspectos de desmatamento e lançamento de efluentes domésticos no ambiente, sendo destaque elevados níveis de nitrito e coliformes fecais na água. No médio curso, há uma melhoria na produção de água em função da presença de serras com remanescentes florestais que auxiliam na manutenção periódica das vazões dos corpos d'água. Por fim, a matriz de cruzamento e análise dos dados demonstra que existe, no médio curso, um elevado nível de oferta de serviços geossistêmicos, com valores positivos de grau de relevância. Isso significa que as políticas públicas e os mecanismos de governança para os recursos hídricos devem considerar que há cenários ambientais que favorecem uma boa produção de água nesse compartimento. Já nos alto e baixo curso da BHRC, observamos na dimensão dos geossistemas que os cenários ambientais correlacionados não favorecem uma boa produção de água, sendo essa característica traduzida pelo baixo número de oferta de serviços geossistêmicos.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Recursos Hídricos; governança das águas.

ABSTRACT

Water quality and quantity in a given watershed is defined by the relationships between its physical attributes and social characteristics that are contributing to its landscape configuration. In the perspective of a water resource, its valuation and pricing must undergo changes due to the different scenarios present in hydrographic courses. These reflections guide this thesis that uses the Cachoeira River watersheds as a case study. Based on the general theory of systems, the understanding of naturalist syntheses allowed, in this research, the presentation of a geographical approach for the valuation of water resources that involved (1) mapping natural systems, (2) identifying anthropic systems with a focus on basic sanitation, (3) elements of land use and water quality and (4) preparation of an analysis matrix. The geosystems were mapped, through a GIS, using information on geology, geomorphology, pedology and climatic type. Anthropic systems were mapped using sanitation information available in the last IBGE census. Land use was mapped using Sentinel 2 satellite images, and water quality was determined using the IQA, collected at 8 points. Eight geosystems were mapped. The scenarios of basic sanitation and land use reveal that in the high and low course of BHRC there are challenges in water management that involves aspects of deforestation and the release of domestic effluents into the environment, with emphasis on high levels of nitrite and fecal coliforms in the water. In the medium course, there is an improvement in water production due to the presence of mountain ranges with forest remnants that help in the periodic maintenance of the flow of water bodies. Finally, the data crossing and analysis matrix shows that, in the medium course, there is a high level of geosystemic services offering, with positive values of degree of relevance. This means that public policies and governance mechanisms for water resources must consider that there are environmental scenarios that favor good water production in this compartment. In the high and low courses of BHRC, we observed in the dimension of the geosystems that the correlated environmental scenarios do not favor a good water production, and this characteristic is translated by the low number of geosystemic services offered.

Keywords: River basin; Water resource; Water Governance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A água é concêntrica para as duas dimensões geossistêmicas.	29
Figura 2 – Localização da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.	43
Figura 3 – Esquema metodológico das ordens dos geossistemas.	45
Figura 4 – Geossistemas da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira.	57
Figura 5 – A) depósitos de sal no leito do rio Cachoeira; B) Vista das serras que compõem os geossistemas “SumSar” e “UmSar”.	60
Figura 6 - Perfil longitudinal do rio Cachoeira.	63
Figura 7 – Abastecimento de água e rede de esgoto na BHRC.	68
Figura 8 – Coleta de Lixo e poços da BHRC.	70
Figura 9 – Coleta de Lixo e poços da BHRC.	71
Figura 10 - A) Esgoto superficial em Itabuna; B) Logradouro recém saneado em Ibicaraí. Fonte: Atividade de campo em 06/2019.	72
Figura 11 - A) Estrutura de fossa séptica em Salobrinho, Ilhéus; B) Obra de captação de esgoto interrompida em Floresta Azul. Fonte: Atividade de campo em 02/2019.	73
Figura 12 – Uso da terra na BHRC.	75
Figura 13 – Diferentes classes de uso da terra no mesmo perímetro.	76
Figura 14 – IQA especializado na BHRC.	78
Figura 15 – A) Sinuosidade do rio Cachoeira no geossistema “UcSam”; B) Paisagem de manguezais no ambiente estuarino.	83
Figura 16 – A matriz de análise da avaliação de oferta dos serviços geossistêmicos e respectivos graus de relevância.	87
Figura 17 – Dados do <i>Observatório dos Lixões</i> com foco na BHRC.	90
Figura 18 – Células positivas e negativas da matriz para cada curso.	98
Figura 19 – Exemplo de sobreposição de dados que compuseram a matriz.	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Descrição do esquema básico de cobrança de água no Brasil.	35
Quadro 2 – Variáveis adotadas para análise do uso da água na BHRC	49
Quadro 3 – Níveis de IQA.....	52
Quadro 4 – Locais de coleta de amostra de água	53
Quadro 5 – Relação das variáveis antrópicas e qualidade da água para a gestão..	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de preço base adotados pelo ANA	36
Tabela 2 – Valores de preço base adotados pelo CBHSF.....	36
Tabela 3 – Coeficientes adotados pela Cobrança Estadual Paulista.....	37
Tabela 4 – Coeficientes adotados pela Cobrança Estadual Mineira.....	37
Tabela 5 – Coeficientes adotados pelo CBHSF	38
Tabela 6 – Matriz dos geossistemas para a Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira. ...	56
Tabela 7 – Dimensão dos geossistemas	58
Tabela 8 – Síntese das características das águas nos geossistemas.....	62
Tabela 9 – Índices de presença de variável nos domicílios por município.....	65
Tabela 10 – Classes de uso da terra da BHRC e suas dimensões	74
Tabela 11 – IQA para a BHRC.....	77

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	34
Equação 2	40
Equação 3	51

LISTA DE SIGLAS

CAPES -	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EMBRAPA -	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBASA -	Empresa Baiana de Água e Saneamento
EMASA -	Empresa Municipal de Água e Saneamento
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEMA -	Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia
SIDRA -	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SUDENE -	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
UESC -	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFBA -	Universidade Federal da Bahia
UNEB -	Universidade do Estado da Bahia
UNICAMP -	Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. JUSTIFICATIVA	20
3. HIPÓTESE	21
4. OBJETIVOS	22
4.1. Objetivo Geral	22
4.2. Objetivos Específicos	22
5. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	23
5.1. Sistemas ambientais, geossistemas e sistemas antrópicos	23
5.2. Sistemas antrópicos e os recursos hídricos	29
5.3. A apropriação dos recursos hídricos e seu mecanismo de cobrança em diferentes sistemas antrópicos no contexto mundial	31
5.4. Modo atual de precificação da água no Brasil.....	34
5.4.1. Inserção de atributos do meio físico no preço da água	38
5.5. Perspectivas e desafios.....	41
6. MATERIAL E MÉTODOS	43
6.1. Área de Estudo.....	43
6.2. Definição das unidades de paisagem.....	44
6.2.1. Geoprocessamento	46
6.3. Análise dos sistemas antrópicos	48
6.3.1. Perfil de saneamento dos municípios da BHRC.....	48
6.3.2. Uso da terra.....	49
6.3.3. Qualidade da água	51
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
7.1. Os geossistemas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.....	55
7.2. Sistemas antrópicos observados pelo perfil de saneamento básico	63
7.3. Uso da terra.....	73
7.4. Qualidade da água	77
7.4.1. Valores gerais	77
7.4.2. Discussão por parâmetros.....	79
7.5. Compartimentação das análises	81

7.6. Matriz de análise	84
7.6.1. Contextualização	84
7.6.2. BHRC, recursos hídricos e os serviços geossistêmicos	84
7.6.3. Soma de Atributos	95
7.6.4. Implicação para valoração dos recursos hídricos	96
8. CONCLUSÕES	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	112
Anexo 1	112
Anexo 2	113
Anexo 3	114
Anexo 4	115
Anexo 5	116
Anexo 6	117

1. INTRODUÇÃO

A água é considerada o bem primordial para a sobrevivência das espécies que habitam a biosfera. Dela deriva a energia para os diversos metabolismos e fenômenos naturais de caráter biótico e abiótico, sendo a mesma o ponto em comum entre o desenvolvimento e subsistência dos seres vivos. A água circula em diferentes ambientes em diferentes estados, e sua integração multidimensional influencia também os processos litosféricos, como na morfodinâmica da Terra (geologia e geomorfologia), a composição dos rios, lagos e oceanos. Para as atividades humanas, a água é um insumo fundamental, e sua qualidade é imprescindível, e toda a água existente no planeta, apenas 2,5% é classificada como água doce, onde somente 0,36% desse valor se encontram disponíveis super e subsuperficialmente para o uso das civilizações (RIBEIRO, 2008).

De forma geral, as sociedades contemporâneas entendem que a água se apresenta como um recurso de valor estritamente importante, pois a mesma, além da valorização clássica visando à subsistência humana, assumiu outrora um escopo de bem comercial, incluída em serviços (em sua maioria tributados) de abastecimento, irrigação, industriais, dentre outros. A água se tornou um bem material incluído no que chamamos de circuito econômico (SANTOS, 1978).

Vista a importância de manter os recursos hídricos, foram introduzidos no Brasil conceitos inteiramente inovadores como a outorga e, sobretudo, a cobrança pelo uso da água, instaurados pela lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Essa lei também é conhecida como Lei das Águas, e ela institui a Política Nacional Recursos Hídricos que define a estrutura jurídico administrativa do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006; ANA, 2019a e 2019b). Dentre os instrumentos criados, cabe destacar os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), que desempenham papel central na criação e prospecção de ferramentas para gerenciamento de recursos hídricos em todos os níveis políticos nas 12 regiões hidrográficas brasileiras definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (LEAL, 2012).

Toda essa configuração de leis e normativas surgiu no Brasil sob influência de experiências internacionais, sobretudo logo após avanços na gestão de mananciais que vinham sendo observados em algumas regiões semiáridas do

mundo, principalmente onde ocorrem zonas com climas subtropicais e desérticos, como na península Ibérica (Europa), Estados Unidos, Oriente Médio, Austrália e China (BAZZA, 2006; CECH, 2010). Apesar das diretrizes conceberem aspectos multidisciplinares para estimar o valor da água, vide a gestão participativa configurada pelos CBH's, os aspectos que definem o preço da água no Brasil, de forma geral, são estritamente socioeconômicos.

Numa concepção sistêmica de leitura de ambientes que a Geografia (sobretudo a Geografia Física) sugere, pensar a água no sentido de sua valoração em meio ao espaço geográfico incita olhar para as bacias hidrográficas (BH). A mesma é considerada o recorte ideal para estudos sobre a água (é o limite territorial de análise hidrológica estabelecida pela Lei das Águas), considerando que em seus limites obtêm-se panoramas precisos para visualizar processos de alternância de paisagem, níveis de antropização, agentes socioeconômicos, e estados de qualidade ambiental (SARAIVA, 2005; LEAL, 2012). Devido essa complexidade de atributos, definir um preço para o uso da água em determinada região torna-se uma tarefa difícil, tendo em vista que as experiências de cobrança pelo uso da água em prática no Brasil revelam que as metodologias ainda não dispõem de modelos e critérios que efetivamente possibilitem mensurar o valor monetário da água para o nível econômico de seus respectivos usuários (AMARAL, 2003; KELMAN, 2005; RAMOS, 2007).

A diversidade de cenários ambientais e socioeconômicos de uma BH de dimensões regionais, por exemplo, torna complexa a tomada de decisão de órgãos gestores no sentido de “como precificar a água” de maneira coerente. O que temos para auxiliar isso, conceitualmente, é a presença de sistemas naturais (geossistemas) e sistemas antrópicos, que juntos são traduzidos como os sistemas ambientais do espaço geográfico (RODRIGUEZ *et al.* 2004; AMORIM, 2012; AMORIM *et al.* 2017; MARQUES NETO *et al.*, 2017).

Estimar a qualidade e quantidade do recurso hídrico para evidenciar sua disponibilidade ao longo do tempo é considerado a tarefa fundamental nas atividades de planejamento de recursos hídricos e um desafio constante, muito devido a mudança de suas características em função de processos de uso e ocupação das terras além das diversas faces litosféricas de uma bacia hidrográfica.

A compreensão dessa dinâmica, desde algumas décadas, tem sido realizada através de técnicas computacionais definidas como modelos hidrológicos: são produzidos no intuito de representar simplificadaamente uma realidade hídrica, alimentados pelas informações inerentes a composição hidrológica de uma BH bem como as atividades e características ambientais da paisagem.

Inicialmente, a questão central desse texto perpassa pela reflexão inicial da seguinte indagação: é possível a inserção de atributos ambientais no processo de precificação da água no Brasil? Essa discussão requer compreensões acerca da atual forma de gestão da água no país, e também de como as Ciências da Terra, em especial a Geografia, podem subsidiar estudos que categorize a influência de elementos do meio físico e antrópico na qualidade e quantidade de água em bacias hidrográficas.

Concebendo tudo o que foi apresentado, o que está exposto como ideia central dessa tese é o desenvolvimento de uma modelagem geográfica para definir o preço da água na Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira (BHRC), situada na região Litoral Sul do Estado da Bahia. Essa abordagem que envolve recurso natural como bem econômico torna-se possível devido à ciência geográfica permitir uma visão integrada do ambiente, considerando que suas diversas características determinam os processos de gestão e gerenciamento de água. Tal arcabouço sistêmico permitirá, além de análises espaciais, desenvolver técnicas e trabalhar conceitos que serão as bases para o desenvolvimento de uma metodologia.

Essa configuração multifacetada em termos de matéria, energia e nutrientes requer ao máximo um olhar incisivo por parte dos profissionais que executam projetos e/ou tomadas de decisão relacionadas ao uso da água. Para essa função, espera-se que a arbitrariedade desses profissionais que compõem os comitês de bacias hidrográficas, por exemplo, perpassasse por consultas que partem desde o contato com atores sociais do território chegando até estudos de casos internacionais: por essa complexidade, ainda assim esbarram nas peculiaridades de cada região em que se deseja instalar uma cobrança pelo uso da água. Essa relação categórica entre sociedade x natureza é um plano de fundo para a Geografia, o que faz entender que um olhar geográfico para tais problemáticas é fundamental (RODRIGUES, 2001).

Os destaques positivos na gestão de bacias hidrográficas através de comitês e conselhos é para que exista, justamente, uma internalização das externalidades geradas no uso da água. Como exemplo, não existem leis que concebam um remanejamento de recurso financeiro para os órgãos gestores da bacia a jusante que recebe uma água deteriorada de uma bacia a montante. Esse tipo de configuração é um exemplo de problema que pode ser minimizado quando há mecanismos de escala detalhada para entender geograficamente o estado de qualidade da água de determinada BH.

2. JUSTIFICATIVA

No cenário atual em que a ciência geográfica dispõe praxis de pesquisas voltadas para as questões que envolvem os recursos naturais, garantir ou propor uma metodologia inédita de gerência sobre a água (elemento primário para a vida) visando a sua valorização surge como um processo de subsídio a ações no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas e demais órgãos gestores, principalmente no que tange a leitura das classes de outorga dos usuários da água. Dessa forma, caracterizar a água como um produto precificado em função de sua disponibilidade deve incentivar uma gestão integrada desse recurso, visando o abastecimento de atividades econômicas como saneamento, indústria e a agropecuária. Como exemplo, o montante financeiro gerado pela cobrança ajustada acarretaria num ganho qualitativo nos serviços de gestão dos recursos hídricos desenvolvidos pelo Comitê de Bacias Hidrográficas do Leste, no qual a bacia hidrográfica do rio Cachoeira está inserida. Além disso, o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (Inema), pode incluir em seus mecanismos de solicitação de outorgante, a adoção de cenários de uso da água baseado nas informações geográficas, considerando principalmente que a BHRC apresenta problemas históricos de disponibilidade de água, mesmo estando inserida num clima tropical chuvoso.

No que concerne a institucionalização da pesquisa, a metodologia proposta nesta tese poderá ser replicada em quaisquer áreas de estudo e com possibilidades de embasar políticas e diretrizes de uso da água para uma BH. Essa pesquisa se caracteriza também como um estudo aplicado (que além de conhecimento, gera produtos), sendo incentivado pelos principais órgãos de fomento à pesquisa na área ambiental. É apresentada também uma parceria entre a Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e a Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC (Ilhéus, Bahia). A inserção da UNICAMP em pesquisas no estado da Bahia e a presença de professores com projetos de pesquisa que atuam na área de Recursos Hídricos agregam valor para resultados com maior “fator de impacto”.

3. HIPÓTESE

O entendimento dos recursos hídricos é baseado na interação entre os atributos que compõe os sistemas ambientais permitem a incorporação de variáveis que na escala da bacia hidrográfica permitem uma cobrança diferenciada pelo uso da água, agregando valor por sua qualidade, quantidade e demanda. Essa abordagem aplicada na bacia hidrográfica do rio Cachoeira (Sul da Bahia), unidade de análise situada em um único tipo climático (tropical úmido), domínio de Mata Atlântica e que apresenta uma diversidade litológica/pedológica, subsidiarão a determinação do preço da água diferenciado para as diversas classes de usuários outorgantes.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma abordagem geográfica que correlacione dados de sistemas ambientais, uso da terra e qualidade da água no intuito de subsidiar a precificação da água nos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira.

4.2. Objetivos Específicos

- Contextualização teórica entre a abordagem geossistêmica e recursos hídricos;
- Definir os geossistemas da BHRC e suas relações com recursos hídricos;
- Analisar os sistemas antrópicos da BHRC a partir do perfil populacional, uso da terra e qualidade da água;
- Propor alternativas de precificar a água através da construção de matriz de correlação com informações inerentes aos sistemas ambientais.

5. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

5.1. Sistemas ambientais, geossistemas e sistemas antrópicos

Inicialmente, a explicação mais ampla que (des)agrega o fixos “geo” e “sistema” é exposta por Amorim e Oliveira (2013) e Silva *et al* (2018), derivada de Sochava (1977), que consideram que: [1] os sistemas naturais são sinônimos de formações naturais subordinados a dinâmica dos fluxos de matéria e energia, buscando equilíbrio no que tange a eventuais alterações em seus elementos ecológicos; [2] Em relação aos sistemas antrópicos, as ações do homem moderno interferem na funcionalidade, estrutura e organização dos sistemas naturais, que são abertos, que desencadeia numa mudança de entropia dos mesmos. Temos então paisagens e pessoas sobre a superfície terrestre nessa dinâmica de tempo e espaço. Então um sistema antrópico surge quando a análise geográfica científica entende que o homem é mais uma variável na dinâmica no sistema mundo. (AMORIM, 2012; AMORIM *et al.* 2017; FROLOVA, 2018).

O arcabouço teórico sistêmico permite, além de análises espaciais dessa problemática, desenvolver técnicas e trabalhar conceitos que potencialmente podem ser as bases para o desenvolvimento de uma metodologia que considere a relação das variáveis que determinam a disponibilidade da água, e conseqüentemente seu valor monetário nas localidades de determinada bacia hidrográfica.

A paisagem é o plano de fundo para identificar esses sistemas naturais e antrópicos. Os resultados de uma leitura geossistêmica sempre perpassarão na construção de representações espaciais, que são o produto tangível dessa metodologia: além de obter habilidades para estruturar as unidades da paisagem (natural ou antrópica), o pesquisador deve atentar-se às escalas de estudo. Categoricamente, Vinogradov, Gerenchuk e Isachenko (1962) compartimentam quatro (4) escalas de estudos geossistêmicos, atribuídos aos elementos do Geossistema: [1] fáceis e [2] tratos, nuances retratados em trabalhos de escala de detalhe até seus conjuntos em escala 1:100.000; [3] localidades, associações ou complexos de tratos representados em escala média, no intervalo entre 1:100.000 até 1:1.000.000; [4] Paisagens, que são grandes sistemas expostos acima da escala de complexo de tratos.

Nesse sentido, a gama conceitual abordada apresenta-se como ideal para estudos em recorte geográficos de quaisquer dimensões espaciais com o intuito de entender o estado natural do ambiente e as direções de fluxos de energia e matéria, a exemplo de grandes, médias e pequenas bacias hidrográficas. De forma icônica, entender os caminhos que os cursos d'água fazem sobrepostos a diversos substratos geológicos, pedológicos, adjacentes a domínios de fauna e flora e condicionados a variáveis climáticas, pode ser classificado como chave nos estudos aplicados aos geossistemas e serviços ecossistêmicos (SOARES e AQUINO 2012; MUBAREKA, 2013).

No caso de bacias hidrográficas de importância regional, o entendimento da dinâmica das águas percorrendo os diferentes geossistemas permite um agregar de informações sobre a hidrologia (qualidade e quantidade da água), usos prioritários e gerenciamento e gestão dos recursos hídricos. É nessa perspectiva que as representações geossistêmicas dos trabalhos de Amorim (2016), Amorim *et al.* (2017), Bastian, Grunewald e Syrbe (2012), Bastian *et al.* (2015), Burkhard *et al.* (2012), GagariNova e Kovalchuk (2010) e Mubareka (2013) tratam as relações dos sistemas naturais e antrópicos numa abordagem que envolve produção da água (municipal e estadual), uso da terra, vulnerabilidade socioambiental e indicadores de serviços ecossistêmicos. A concepção geral dos autores é de que a água assume um papel central nas discussões que envolvem formas de energia e suas relações com as atividades socioeconômicas de determinado recorte geográfico, sendo a bacia hidrográfica delimitada para tal compreensão.

Através de uma análise geográfica, além da pergunta inicial (geral), o caminho metodológico dessa tese procurou especificamente também a resposta para a seguinte pergunta: o uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira aponta para uma boa ou ineficaz disponibilidade desse recurso? Observando então a água, os usuários da água e todo o seu contexto social e econômico envolto, chegamos até o conceito de recurso hídrico, e no caso dessa pesquisa sob uma ótica **sistêmica** (GAGARINOVA, 2010; BURKHARD *et al.*, 2012; SILVA *et al.* 2018).

Segundo a tese de Doutorado "Da descrição de áreas a teoria do geossistemas" de Cavalcanti (2013) da Universidade Federal de Pernambuco, as diversas formas de classificar o ambiente físico (a partir dos atributos naturais ou

constituintes internos da terra) e compreender suas relações com os sistemas antrópicos atuais pode ser compreendido como sínteses naturalistas.

As sínteses naturalistas são interpretadas a partir do que ele chama de constituintes internos da superfície terrestre, a saber, rochas, solos, seres vivos água e alguns externos, especificamente, o sol, movimentos orbitais e atividade interna do planeta. Finalmente essas relações produzem o que ele chama de mosaico de padrões espaciais que são autônomos, mas não independentes organizado na hierarquia espontânea. Um sistema é definido como um complexo de elementos em interação.

De forma geral os termos conhecidos como ciência da paisagem, ecologia de terras, estudo de geossistemas, geografia de ecossistemas e biogeografia traduza em práticas sistemáticas de compreender as feições naturais da paisagem terrestre a partir de sistemas que apontam as particularidades nos processos de modelagem da terra de energia ambiental e de fluxo de matéria (SILVA *et al.* 2018).

O planejamento de unidades naturais sempre foi incorporado de ambíguas interpretações. O Planalto da Borborema, quando delimitado por solos, apresenta um limite - quando delimitado por sua morfoestrutura, apresenta outro limite. Este exemplo demonstra como distintas formas de organização da informação, por meio do estabelecimento de diferentes regras para o desenvolvimento de sínteses naturalistas, produzem ideias distintas sobre um dado ambiental, conforma a intenção (formação acadêmica) do pesquisador ou observador. Isachenko (1973) tentou amenizar essa questão publicando critérios para um sistema de classificação de unidades físico-geográficas com dimensões regionais, ou seja, um agregado de territórios baseado na generalização de processos naturais oriundos da geologia, geomorfologia, solos, clima, dentre outros.

Assim, no contexto da Geografia, Sistema Ambiental refere-se às organizações espaciais, fruto das relações entre os Geossistemas e os Sistemas Antrópicos, este último denominado por Perez Filho (2007) de sistemas socioeconômicos como aponta Amorim (2012). Ainda segundo a tese de Cavalcanti (2013) para a elaboração de sínteses naturalistas, é preciso uma sólida estrutura lógica para o tratamento de dados no intuito de que essas informações sejam relacionadas e correlacionadas para refletir o máximo os fenômenos da realidade. Nesse sentido, é comum que erros de interpretação, de escala e de representação

sejam presentes nesses diversos estudos, já que os dados primários variam de quantidade, qualidade e delimitação real conforme as dificuldades do observador/pesquisador.

Para compreensão desse estudo que relaciona o ambiente natural e os recursos hídricos, o caminho metodológico tem elementos e reflexões para a delimitação de geossistemas sempre baseando-se no princípio científico abordado na Teoria Geral dos Sistemas. O que pode ser entendido de forma prática é que a teoria geral dos sistemas é o princípio norteador que mais enriquece a delimitação de qualquer síntese naturalista. Um sistema ou vários sistemas são definidos como um conjunto complexo onde os elementos interagem, trocam níveis de influência, e apresentam padrões no globo terrestre. Mesmo parecendo muito generalizado, essa proposta interdisciplinar é bem específica a depender do tipo de matéria ou energia que se discute sobre determinada ótica científica; e nesse caso o geossistemas apresentados nessa tese auxiliam na tradução da influência dos ambientes naturais da terra, como rocha, água e solo, na portabilidade/ disponibilidade da água para os diversos fins e usos econômicos na bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

A investigação metodológica para definição que o Sochava (1977) nos traz, percorre uma clara associação de perspectivas pragmáticas e multicêntricas que envolvem a ecologia, biologia, agronomia, e engenharia e geografia; sabemos que atualmente o termo "recursos hídricos", que não apenas se refere a água por si só, está intimamente ligado ao valor hídrico de uso da água sob a ótica das disciplinas mencionadas.

Amorim (2012) traz uma definição esclarecedora em relação à aplicação da análise de sistemas ambientais: geossistemas e sistemas antrópicos não devem, de forma alguma, serem analisados de maneira particularizada, ou seja, devem ser considerados, em quaisquer análises, de forma integrada. Esses dois níveis de compreensão do espaço geográfico são, em tese, definidos por suas particularidades (características próprias); entretanto, os sistemas antrópicos sempre serão observados como um vetor de alteração da dinâmica que os geossistemas detém, já que é aceitável cientificamente que as ações humanas sempre influenciaram na composição natural de determinada paisagem analisada. Ainda segundo o autor, exemplos claros como desmatamento, alteração nos níveis de chuva, alteração na temperatura e produção de água em reservatórios, podem ser

explicados através de alterações nos fluxos de matéria e energia nos geossistemas em decorrência dos níveis de antropização.

Então fica claro que, segundo as afirmações de Perez Filho (2007) e Amorim (2012), os sistemas ambientais hoje podem ser subtendidos como principal objeto de estudo da ciência geográfica. Isso faz sentido, já que considerar que um sistema ambiental é um produto da interação entre os sistemas naturais e antrópicos (socioeconômicos) é uma forma muito objetiva de encontrar respostas para diversas alterações que ocorrem em nosso dia a dia do ponto de vista da relação sociedade-natureza. Por mais que isso não tenha sido internalizado por Sochava (1977), que despreza a similaridade entre os sistemas antrópicos e os ecossistemas, Bertrand (1971) é muito enfático em dizer que a “inclusão do homem” no geossistema é muito simples para explicar os problemas que vivemos. O que necessitamos é compreender que os sistemas antrópicos estão no mesmo nível hierárquico que os geossistemas, e que juntos compõem definitivamente os sistemas ambientais.

A Teoria Geral dos Sistemas e suas derivações aplicadas nas ciências da terra têm sido arcabouço teórico-metodológico em diversas pesquisas que questionam e discutem os tipos de processos socioambientais e os atributos do meio físico que influenciam na dinâmica temporal do espaço geográfico. A adoção das Unidades da Paisagem, parte fundamental para explicar um geossistema, é resultante da interação entre sistemas naturais e antrópicos, e incorpora a compreensão de que os territórios em geral estão intimamente ligados as características de evolução no uso dos recursos naturais (AMORIM e OLIVEIRA, 2008; CAVALCANTI, 2013; BASTIAN, GRUNEWALD e KHOROSHEV, 2015; BANDEIRA e OLIVEIRA, 2016; GUEDES e DINIZ, 2016).

O conceito de geossistema na Geografia Física moderna assumiu papel fundamental para as leituras de paisagem e ambientes que massificaram as principais publicações científicas com foco no planejamento geográfico, ambiental e territorial do Brasil. O destaque para estudos que relacionam os sistemas naturais e/ou antrópicos com recursos hídricos é observado no início do século XXI, sobretudo fomentado pela necessidade de entender como os atributos ambientais interferem nas características hidroquímicas de uma BH. É muito comum os termos “paisagem” e “sistemas naturais” estarem em um mesmo escopo que conceitua geossistemas em todas as escalas de observação, estudo e mapeamento.

(BERTRAND, 1971; ROSS, 1992; MONTEIRO, 2000; AMORIM *et al.*, 2017; SILVA *et al.* 2018; MATTOS *et al.* 2019).

Inicialmente, os geossistemas são visualizados como porções do espaço geográfico que são individualizadas pela interação dos componentes físico-naturais: relevo, clima, cobertura vegetal, solos e fácies litológicas formam, em determinado tempo e espaço, um sistema específico no sentido de deslocamento de energia, sedimentos e nutrientes independente da escala de observação. O clímax dessa interação são as fitofisionomias dos domínios vegetais. (GAGARINOVA, 2010; BURKHARD *et al.* 2012; AMORIM, 2016; AMORIM *et al.*, 2017). Dois fatores são essenciais na representação dos geossistemas: as dimensões espaciais e temporais. Os componentes naturais ocupam um determinado espaço e, conforme a abordagem sistêmica, sofrem transformações em um certo período de tempo. Representar os limites dos geossistemas é algo complexo, pois a delimitação de suas fronteiras está ligada a adoção do nível taxionômico adotado (AMORIM, 2016). Para Amorim e Oliveira (2008), a representação das unidades da paisagem é complexa, pois a interação entre os diversos atributos dos geossistemas e sistemas antrópicos permitem a identificação dos atributos responsáveis pela dinâmica das paisagens, assim como apontar as principais fragilidades ambientais de cada unidade, elemento essencial na gestão do território.

É nessa perspectiva que as representações geossistêmicas dos trabalhos de Amorim *et al.* (2017), Bastian *et al.* (2012), Bastian *et al.* (2015), Burkhard *et al.* (2012), Gagarinova e Kovalchuk (2010) e Mubareka (2013) discutem as relações dos sistemas naturais e antrópicos (Figura 1) numa abordagem que envolve produção da água (nos âmbitos municipal, estadual e federal, considerando os diferentes entes federativos do Brasil), uso da terra, vulnerabilidade socioambiental e indicadores de serviços ecossistêmicos.



Figura 1 – A água é concêntrica para as duas dimensões geossistêmicas.

Estimar a qualidade e quantidade do recurso hídrico para evidenciar sua disponibilidade ao longo do tempo é considerado a tarefa fundamental nas atividades de planejamento de recursos hídricos, e um desafio constante, muito devido a mudança de suas características em função de processos de uso e ocupação das terras, além das diversas faces litosféricas de uma bacia hidrográfica (BARTH e POMPEU,1987). A compreensão dessa dinâmica, desde algumas décadas, tem sido realizada através de formulações matemáticas que são produzidas no intuito de representar simplificadamente uma realidade hídrica, sendo os coeficientes alimentados pelas informações inerentes a composição hidrológica de uma bacia hidrográfica, bem como as atividades e características ambientais da paisagem (dados convertidos em números) (TUCCI, 2005; RAMOS, 2007).

5.2. Sistemas antrópicos e os recursos hídricos

As diversas atividades econômicas desenvolvidas sobre os sistemas naturais desencadeiam em intensas alterações do meio natural, sendo a artificialização da paisagem: a marca da consolidação dos sistemas antrópicos. Nesse sentido, quaisquer atividades econômicas, de forma direta ou indireta, influenciam na disponibilidade de água nas bacias hidrográficas do Brasil, sejam elas caracterizadas por elevados níveis de industrialização e (agro)pecuarização ou presença de cidades, já que a água é matéria prima e/ou insumo para as atividades humanas em qualquer cenário. A abordagem geossistêmica elucida que, se tratando de disponibilidade de água, os fluxos de matéria e energia das bacias hidrográficas são alterados significativamente influenciados pelas atividades humanas, em todos os níveis de antropização.

Atualmente nas Ciências das Terra encontram-se pesquisas que definem o impacto negativo dos sistemas antrópicos na qualidade da água no Brasil, o que acarreta diversos problemas socioambientais desde o século passado (BARTH e POMPEU, 1987). Como exemplo, destacam-se problemáticas recorrentes no cotidiano da população urbana, como despejo de esgotos e demais águas servidas em corpos d'água, erosão, assoreamento, contaminação, dentro outros; podem ser observados nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Governador Valadares, Itabuna e Fortaleza (MOTTA, 1998; HESPANHOL, 2002; MERTEN e MINELLA, 2002; UIEDA e BARRETO, 2009; MALAGODI e PELOGGIA, 2016; SILVA *et al.* 2016). Além disso, um estado de qualidade de água deteriorado, bem como a ausência de saneamento básico, é sinônimo também de influência negativa na saúde da população (RIOS *et al.*, 2007; DAMAZIO *et al.*, 2013).

Já em zonas de configuração semiurbanas ou rurais, sobretudo nas fronteiras agrícolas, os corpos d'água são atingidos paulatinamente por dejetos carregados de compostos e elementos químicos utilizados para aumento de produção vegetal e animal, acarretando elevados níveis de concentrações de toxinas nocivas à saúde ambiental de toda uma bacia hidrográfica. Em estudos brasileiros que determinam os níveis de capacidade bioativa na água, como os Neves *et. al* (2014) e Nascimento *et al.* (2015), é possível constatar que atividades agropecuárias são os principais responsáveis pela perda de qualidade da água nos rios brasileiros, fazendo com que a vulnerabilidade ambiental dos ecossistemas seja acentuada. É importante frisar também que os sistemas rurais são vetores de desmatamento, que é o processo principal para determinar perda na produção de água na biosfera, ocasionando ocorrências de assoreamentos.

Mesmo com diretrizes, normativas e leis que definem os tipos de uso dos mananciais e lançamento de efluentes nos corpos d'água do Brasil, a fiscalização precária e a ausência de problematização ambiental nas ações dos setores primários da economia fazem com que, com o passar dos anos, bacias hidrográficas apresentem perdas significativas na qualidade e quantidade de água para os diversos tipos de atividades locais. Em relação aos sistemas antrópicos, as medidas de intervenção são “não estruturais”, ou seja, a educação ambiental e o fortalecimento da racionalidade de uso são metas primordiais para o alcance de um cenário de equilíbrio na bacia hidrográfica, frisando que medidas de conservação de

solo, tratamento de esgoto, coleta seletiva e reflorestamento estão intimamente ligados a produção de água (MATTOS *et al.* 2019).

5.3. A apropriação dos recursos hídricos e seu mecanismo de cobrança em diferentes sistemas antrópicos no contexto mundial

Na prática, os sistemas ambientais e suas influências sobre os recursos hídricos variam de tamanho, forma, elementos, políticas de governança sobre a água e configurações de paisagem. As políticas e diretrizes de uso da água pelo mundo apresentam características distintas, evidenciando as diferenças de antropização conforme o nível de desenvolvimento econômico de cada país. Como exemplo, aponta-se o exemplo de Portugal e Espanha (Península Ibérica), França, Israel, Peru e Inglaterra.

A Península Ibérica é um dos exemplos de maior desafio na gestão das águas.: Os dois países, Espanha e Portugal precisam fazer conjuntamente a governança das bacias hidrográficas comuns a ambos os territórios. De forma nítida, a diferença entre os usos e cobertura da terra, a política social e a estrutura de Estado necessitavam de uma resolução bilateral em relação ao mesmo cenário hidrográfico.

A forma encontrada entre ambos os países para a existência de um consenso é a estruturação das políticas de recursos hídricos baseadas na gestão participativa. A partir da Lei das Águas de 2005, planejamento de ações nas bacias hidrográficas em Portugal é executado por comitês de gerenciamento, que também são responsáveis por implementar mecanismos de cobrança pelo uso da água. A cobrança da Espanha também é prevista pelo Plano Hidrológico Nacional de 2001.

Com modelos de gestão participativa que incluem sociedade civil, estados, e organizações privadas, as especificidades socioeconômicas e ambientais (ou geográficas) em cada compartimento das bacias transfronteiriças são consideradas nas gestões de ambos os países, o que faz com que a água seja tratada de forma equivalente em qualquer lado territorial. O fato de ser a Espanha os país onde se encontram os altos cursos dos rios requer uma cooperação internacional portuguesa para a gestão no fluxo da água, seja em relação à preservação de mananciais ou gestão de barragens.

Na França, a política de recursos hídricos define que a gestão da água seja realizada por uma “comissão local da água (LCW)”. Essas comissões compõem a governança da água num âmbito de sub-bacias hidrográficas que variam de região para região. Esse modelo permite uma cobrança eficaz, por compreender as específicas características do perfil político dos gestores, do tipo de uso da terra local e o tipo de comuna (comunidade).

Segundo uma compilação feita por Zuffo e Zuffo (2016), na década de 2010, os preços médios de cobrança pelo uso da água praticados na França eram: € 1,51/m³ para água potável, € 1,35/m³ para saneamento e cerca de € 0,53 para taxas governamentais. Assim, o preço médio total para da cobrança é de € 3,39, e a média europeia é de € 3,44. Todo o faturamento é revertido em ações para produção de água, tratamento de águas residuais e manter a infraestrutura de navegação.

As características climáticas de Israel fizeram com que este país tivesse políticas de gestão de recursos hídricos bem desenvolvidos. É um país inserido em clima semiárido (média de precipitação no entorno a 350 mm) e contém com apenas 2% de seu território composto com corpos d'água. O agravante na produção e distribuição de água são resultados de intensas demandas do setor agrícola e da intensidade de períodos secos nas últimas duas décadas. Com as fontes de água doces esgotadas, as alternativas adicionais são estruturas de dessalinização e reaproveitamento de águas de esgoto. Entretanto, o sucesso na produção e distribuição regular de água detém de custos elevados: para se produzir 1 m³, são gastos em dólares americanos 0,61 na dessalinização, 0,44 no tratamento de esgoto e 0,12 na água doce.

O modelo de gestão, no entanto, não é similar ao de gestão participativa. Os recursos hídricos do país, de forma geral, são regulados pela Autoridade Nacional da Água (ANA). É essa mesma agência que programa a cobrança e gerencia os fundos de lucro, que geralmente são revestidos em melhorias no tratamento, distribuição e subsídios. Embora a política e administração sejam centralizadas nesse órgão, há um equilíbrio na alocação da água pelo fato de que os grandes usuários (setores domésticos e industriais) serem os mais favorecidos na disponibilidade, mas também os mais taxados.

Com o slogan “até a última gota” representando o sistema de gerenciamento de água no país, segundo Zuffo e Zuffo (2016) o aumento na produção de água destinada a irrigação e a indústria cresceram 250% e 80%, respectivamente.

Outro exemplo é o Peru. A população do Peru atualmente está próxima aos 28 milhões de habitantes, e o território de 1 milhão de km² é coberto em 8% de água doce. Em relação a produção de água, é um país favorecido pela posição geográfica que permite várias nascentes de bacias hidrográficas continentais a partir da Cordilheiras dos Andes. Como exemplo, as BH's do Amazonas (na vertente da Amazônia) e do Titicaca (vertente do atlântico) produzem juntas cerca de 80 % da água superficial do país.

No Peru, a cobrança de água de água é instituída através de um decreto do ano de 2012, que estabelece um preço unitário que vai de \$0,0001 até \$0,05 reais por m³. Pelo histórico ancestral de cultivos diversos em seus domínios, o país é reconhecido desde o início do século XX por sua eficácia na gestão da água, sobretudo na manutenção de reservatório. A descentralização da gestão dos recursos hídricos não é total, mas há tomadas de decisões a nível de bacia hidrográfica, ainda assim sem gestão participativa.

E por fim, a Inglaterra é o que apresenta uma mescla na gestão dos recursos hídricos. O controle no uso da água é regulamentado para uma parceria público-privada, que institui a Agência Reguladora de Serviços d'água (OFWAT), mas que permite que empresas privadas sejam responsáveis pela captação e distribuição de água. Nesse cenário, o preço médio da água potável super e subsuperficial na Inglaterra na atual década ficam entre \$0,04 e \$ 0,12, a depender da localidade hidrográfica.

Curiosamente, não há uma gestão de água por bacias hidrográficas, o que segundo Zuffo e Zuffo (2016), é um dos principais erros para uma eficácia na governança dos recursos hídricos. O que existe em termos de pluralidade na gestão hídrica, é a presença de comitês de consumidores divididos por regiões de acordo com as cidades de atuação das empresas concessionárias. O grande ponto negativo é que são essas mesmas empresas que determinam o profissional que gere esses comitês. Por mais que as secas são escassas no país, em períodos de menores

precipitações, a ausência de um personagem público para equilibrar os interesses dos usuários faz com que haja stress na relação usuário-empresa, que historicamente se atentam somente a renda de serviço, e pouco se predispõem a executar ações de governança.

Em 2011, um relatório da BBC indicou que a diminuição da vazão dos rios e perda de água por causa de falhas estruturais nas distribuições eram os problemas agudos da Inglaterra. A recomendação foi que as empresas que retiram a água bruta cobrem tarifas maiores para usuários em cenários de potabilidade vulnerável, e menos em regiões com abundância de qualidade e quantidade de água

5.4. Modo atual de precificação da água no Brasil

O preço da água no Brasil é um resultado de concepções econômicas que envolvem majoritariamente as intenções de atores sociais e políticas públicas que observam atividades como irrigação, indústria e abastecimento. A cobrança pelo uso da água no Brasil é legal, e compõe os quatro instrumentos de gestão (outorga, cobrança, sistemas de informações, e enquadramento das águas) incluso na Política Nacional de Recursos Hídricos. De forma simplificada, o que define o preço da água em determinada região hidrográfica são os arranjos monetários elencados na formulação da Equação 1:

$$\text{Valor de Cobrança} = \text{Base de cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes}$$

Equação 1

Segundo Santos (2015), essa estrutura básica apresentada concebe a modificação contígua dos valores de preço em função das características econômicas de cada unidade de gestão onde a cobrança é implementada, sendo a Equação 1 explicada pelo Quadro 1:

Quadro 1 - Descrição do esquema básico de cobrança de água no Brasil.

<i>Valor de Cobrança = Base de cálculo x Preço Unitário x [Coeficientes]</i>	
Componente	Descrição
<i>Valor de Cobrança</i>	Valor financeiro total correspondente à Cobrança pelo uso de recursos hídricos.
<i>Base de Cálculo</i>	Visa quantificar o volume utilizado de água para captação, consumo, lançamento (e/ou diluição) e transposição.
<i>Preço Unitário</i>	Define o valor financeiro unitário de determinado volume de uso da água, com base nos objetivos do instrumento da Cobrança.
<i>Coeficientes</i>	Visam adaptar os mecanismos definidos a objetivos, particularidades da bacia hidrográfica ou usos específicos.

Para a variável "Base de cálculo" são consideradas as seguintes atividades: (1) Captação – retirada de água do corpo hídrico, que pode ser quantificada pelo volume mensal ou anual de água retirada do manancial; (2) Consumo – parcela do volume captado que não é devolvida ao corpo hídrico e pode ser quantificada pela diferença entre o volume anual de água captado e o volume anual de água que retorna à fonte; (3) Lançamento – quantidade de água necessária para diluir a carga poluente lançada no corpo hídrico (ANA, 2014).

O item “preços unitários” são os valores monetários correspondentes a determinado volume de água (em m³) utilizado nos serviços de captação, consumo, lançamento ou transposição de rios, de acordo com os objetivos estipulados na outorga. Nessa fase, durante o processo de discussão dos valores (\$) de cobrança no âmbito do comitê de bacia hidrográfica, é imprescindível a preparação de estudos preliminares que estipulem o potencial de arrecadação com a cobrança, assim como estudos dos impactos de diferentes valores sobre os custos na produção dos diversos setores usuários. Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA sugerem-se estudos baseados nas demandas hídricas presentes nos Planos de Recursos Hídricos compostos pelos próprios comitês.

Por fim, o item “coeficientes” visa incrementar no cálculo de cobrança pelo uso da água às particularidades socioeconômicas na bacia hidrográfica. Como exemplo, o comitê pode instituir um coeficiente multiplicador que condicione o preço da água para um estímulo de adoção de tecnologias para um uso mais eficiente,

como no caso de irrigação. Pode ainda diferenciar o valor em função da classe de uso do corpo hídrico, ou seja, o coeficiente majoraria em função da melhor qualidade das águas captadas. Tais coeficientes podem, ainda, diferenciar o preço da água em regiões críticas de acordo com balanço hídrico (ANA, 2014).

Segundo Santos (2015), um exemplo de precificação esquematizada no passo a passo metodológico apresentado é observado na atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco – CBHSF. O mesmo adota preços muito similares ao estabelecidos pela ANA como parâmetros para a cobrança nacional (Tabela 1), mas as algumas particularidades são consideradas na alteração dos valores. Sempre seguindo a formulação da Equação 1, considerou os seguintes critérios estabelecidos pela ANA para definir os valores de preço base para cobrança (Tabelas 1 e 2):

Tabela 1 - Valores de preço base adotados pelo ANA.

Cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da união (cobrança federal)					
Atividade	Unidade	Valores dos Preços Unitários Básicos (PUBs)			
		2013	2014	2015	2016
Capitação água superficial	R\$/m ³	0,01	0,0108	0,0118	0,0127
Capitação água subsuperficial	R\$/m ³	0,02	0,0217	0,0235	0,0255
Lançamento de carga orgânica	R\$/Kg	0,1	0,1084	0,1175	0,1274
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,015	0,0163	0,0176	0,0191

Tabela 2 - Valores de preço base adotados pelo CBHSF.

Tipo de uso	Unidade	Valor – R\$
Captação de água bruta	m ³	0,01
Consumo de água bruta	m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica – DBO	kg	0,07

A seguir, temos os valores de cobrança para o Estado de São Paulo em Minas Gerais. Em São Paulo, os valores da cobrança são alocados no Fundo

Estadual de Recursos Hídricos – (FEHIDRO) para execução das ações do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Coeficientes adotados pela Cobrança Estadual Paulista.

Tipo Uso	Unidade	Valores dos Preços Unitários Básicos (PUBs)		
		2015 (até 16/08)	2015 (a partir de 17/08)	2016
Captação, Extração e Derivação	R\$/m ³	0,01	0,0118	0,0127
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02	0,0235	0,0255
Lançamento de carga orgânica (DBO _{5,20})	R\$/Kg	0,1	0,1175	0,1274

Tabela 4 - Coeficientes adotados pela Cobrança Estadual Mineira.

Tipo Uso	Unidade	Valores dos Preços Unitários Básicos (PUBs)
Captação de água bruta superficial	R\$/m ³	0,01
Captação de água bruta subterrânea	R\$/m ³	0,0115
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica	R\$/Kg	0,01
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,015

Ainda segundo Santos (2015), com os valores base definidos após consultas a ANA, o CBHSF estipulou os coeficientes em função das atividades que são desenvolvidas ao longo dos compartimentos da bacia hidrográfica. As atividades de agropecuária são predominantes, que acarretam em diversas estruturas de irrigação, mas a presença de zonas industriais, cidades e atividades de lançamento de efluentes, fazem com que os valores multiplicadores sofram ponderações específicas, como mostra a Tabela 5:

Tabela 5 - Coeficientes adotados pelo CBHSF.

Atividade	Coeficiente
<i>K</i> consumo	0,8
<i>Kt</i> (para irrigação)	0,025
<i>Kt</i> (para demais usuários)	1
<i>K</i> lançamento efluentes	1
<i>K</i> prioridade (para abastecimento humano)	0,5

Esse exemplo expõe os pesos dos coeficientes que são estipulados considerando, de forma única, os tipos de atividades econômicas presentes na bacia: Motta (1998), já contextualiza tais aspectos da política de águas no Brasil.

5.4.1. Inserção de atributos do meio físico no preço da água

Conforme a contextualização das variáveis adotadas para definir o preço da água nas bacias hidrográficas do Brasil, ficam evidentes que as ponderações no valor final do recurso são resultado de formulações que apenas lançam mão de atributos socioeconômicos. Entretanto, sabe-se que a qualidade e a quantidade da água têm relação indissociável com atributos dos sistemas naturais, como as feições de vegetação, geologia, geomorfologia, pedologia e tipo climático local.

Para expor essa relação direta entre água e ambiente, elencaram-se alguns trabalhos desenvolvidos nesse escopo: Santos *et al.* (2008) desenvolveu uma pesquisa no baixo curso de uma bacia hidrográfica do rio Salgado (Bahia) e comprovou que resquícios de cunha salina proveniente de substratos geológicos arenosos influenciam diretamente na qualidade da água, especificamente em sua condutividade elétrica; Figueiredo e Rego (2005) conseguiram mostrar que a configuração da geomorfologia, solos, declividade e precipitação nos diferentes compartimentos da bacia hidrográfica do rio Colônia (Bahia) influenciam diretamente no risco de salinização das águas e dos solos ao longo dos rios da unidade geográfica. Segundo os autores, as congruências que os caminhos hidrográficos percorreram sobrepostas a Chernossolos atrelados a declividades que determinam a configuração regional do relevo, podem acarretar na salinização dos mananciais

como também dos demais solos da água, atingindo a qualidade da água nas cidades da bacia hidrográfica.

Mattos *et al.* (2017) evidenciou que os usos das águas superficiais e subterrâneas do município de Lençóis (BA), na Chapada Diamantina, devem ser condicionados ao estado da quantidade da água no ambiente do município. Para o autor, em períodos de altos índices pluviométricos, a dissolução do calcário, arenitos e conglomerados ricos em minerais ferrosos alteram o estado da qualidade da água, onde processos de dissolução elevam os níveis de Cálcio (Ca^+) e Ferro (Fe^+) na água. Além disso, a turbidez nos mesmos períodos indica altos níveis de matéria orgânica na coluna d'água, o que influencia diretamente nos custos de tratamento de água para as empresas de abastecimento e sistemas de irrigação da localidade.

O valor monetário final que água assume ao longo de uma bacia hidrográfica sem ajustes em função de sua qualidade pode desencadear em variações de custo operacional para captação, manutenção de estrutura de distribuição. Cabe destacar também eventuais custos por parte das empresas concessionárias de água para a adequação do Índice de Qualidade das Águas (IQA) para níveis de potabilidade (no caso de empresas de abastecimento) e adequação das características dos efluentes, ambos impostos pelos órgãos ambientais regionais.

Sendo assim, um ajuste inicial no preço pago pela água que considere de forma direta sua qualidade e quantidade nos ambientes que a mesma perpassou a montante do ponto de captação, mostra-se como fundamental para uma coerência no valor que o recurso dispõe para os diversos tipos de uso da água ao longo da bacia.

Considerando a formulação matemática da Equação 1 acima e a possibilidade de inserir coeficientes que pondere o preço da água em função das peculiaridades da bacia hidrográfica (*Coefgeo*), a inserção de atributos ambientais (especificamente do meio físico, abordado como exemplo a seguir – Equação 2) no cálculo do preço pode ser multivariada. O exemplo sintético e simplificado a seguir, de acordo com Silva *et al.* (2019), leva em consideração atributos ambientais como geologia, solos, clima, dentre outros, e seus respectivos pesos atribuídos arbitrariamente (Equação 2):

$$\text{Coefgeo} = \frac{\text{Geo}^1 \cdot x^1 + \text{Geo}^2 \cdot x^2 + \text{Sol}^1 \cdot x^3}{N}$$

Equação 2

Proposta de formulação matemática apresentada por Silva *et al.* (2019): Geo¹, Geo², Geo n...são valores arbitrados em função do grau de influência de determinada rocha na água e Sol¹, Sol n... em função do grau de influência de determinado solo na água. X é o peso ponderado de cada tributo e N é o número total de variáveis no dividendo, índice devidamente montado para variar no intervalo 0>1.

Em cenários com valores próximos a zero, o preço unitário da água denota baixa influência dos atributos geossistêmicos na água; valores próximos a um, define uma influência considerável, entretanto, o preço do valor de cobrança multiplicado por um permanecerá o mesmo, considerando que as práxis da cobrança não é ultrapassar os valores base, assumindo valores irrisórios no sentido de popularizar nos municípios os processos de precificação da água.

O coeficiente “aberto” presente no cálculo do valor de cobrança significa, em vias de fato, que a heterogeneidade dos sistemas naturais do Brasil não possibilita que haja uma precificação da água mecanizada em apenas um instrumento de gestão hídrica, de cálculo monetário. A inserção das variáveis ambientais, neste exemplo da Equação 2, simplifica a complexidade da leitura do meio físico de uma área em valores coagidos para representá-los no campo de preços unitários para determinado uso. A noção de escala passa a ser fundamental para estimar a influência desses atributos da paisagem na qualidade da água.

O desafio central dessa concepção é observado apenas na fase de arbitrariedade dos valores que irão compor o índice, mas com a presença de profissionais que denominam os nuances da relação água-rocha-solos-relevo, subentende-se que os mesmos favorecem a compreensão de como diversos tipos de características físico-químicos presentes na água são influenciadas pelos atributos ambientais de determinada bacia hidrográfica. O termo “Zoneamento GeoHidroecológico” trazido por Campos (2014), como exemplo, são resultados de trabalhos que, ainda de forma incipiente, tem pensado no relação água-meio físico como variável de preço do recurso hídrico.

Essa necessidade de leitura de ambientes que parte do diagnóstico do meio físico da paisagem chegando até o preço da água torna-se maior em bacias hidrográficas de dimensões regionais que abarcam em seus domínios diversas

paisagens naturais, pois são as fisionomias (e fisiologias) ecológicas que determinam os tipos de apropriação destes sistemas por parte das populações humanas, sinônimo de desenvolvimento multifacetado das diferentes atividades socioeconômicas. Em casos de bacias de domínio da união e estadual, a participação dos usuários da água torna-se fundamental para apontar qual o valor real da água para as comunidades.

Dessa forma, quando o preço da água é ajustado, em função das variáveis que definem a qualidade e quantidade da água naquele recorte, favorece um prognóstico que envolve os ganhos e custos dos diversos usuários da água, principalmente quando serviços de manutenção e tratamento de água são derivados pós-capitação. Além disso, os Comitês de Bacias Hidrográficas deverão observar que eventuais mudanças no estado ambiental daquela bacia hidrográfica irão influenciar diretamente no estado hidrológico dos rios. É nessa etapa que os ajustes de preço através dos mecanismos de cobrança devem esclarecer as tomadas de decisão no que concerne ao incremento ou abatimento de valores monetários (\$) na cobrança dependendo do tipo de uso empregado ao recurso hídrico.

5.5. Perspectivas e desafios

Os instrumentos de gestão elencados na Política Nacional de Recursos Hídricos trazem em seu bojo diretrizes que concebem a participação de diversos setores da sociedade nos processos de gestão da água em bacias hidrográficas brasileiras. Essa é principal função dos comitês de bacias, buscando agregar em ações conjuntas os posicionamentos da sociedade civil e organizações públicas e privadas. Entretanto, tratar de valores financeiros de determinado recurso é algo que provoca conflitos de uso, e na função deliberativa que os comitês exercem, as intencionalidades dos atores envolvidos no uso da água são por muitas vezes sinônimo de embates que desencadeiam em eventuais ausências de políticas públicas. Para a gestão dos recursos hídricos, o grande desafio é fortalecer a relação entre as instituições de pesquisa e o estado, pois sobretudo na escala dos municípios é possível implementar uma equidade no uso da água, sendo a população o principal aliado (LEAL, 2012). A principais experiências em que o conhecimento acadêmico atingiu de forma satisfatória a sociedade, trazem consigo as relações com prefeituras, já que o contato entre o Estado e o indivíduo é melhor

estruturada na escala do lugar de vivência. A lacuna existente entre as linguagens acadêmica e social por vezes é apontada como a falha nos processos de efetivação de pesquisas que propõem medidas de inserção social (CARPI JR., 2011; LEAL, 2012).

Sendo assim, qualquer proposta de alteração do preço da água (no presente caso, baseado em características geossistêmicas do ambiente) deve ser cuidadosamente abordada nas reuniões discursivas entre os usuários da água, pois é esse contato o plano principal para efetivar uma gestão adequada a realidade hidrológica de determinada bacia hidrográfica. Cabe frisar que a cobrança pelo uso da água deve ser entendida como um instrumento de gestão, e não de arrecadação financeira, o que explica valores irrisórios cobrados em bacias pilotos do Brasil. A cobrança e a outorga de uso da água são termos recentes na política ambiental brasileira (ANA, 2011). Em países que detêm de experiências de cobrança pelo uso da água *in natura*, como a Espanha e Alemanha, a cobrança é parte integrada a programas de educação ambiental, que entendem que os desafios na gestão de recursos hídricos devem trazer resultados a longo prazo. Essa premissa é ainda mais desafiadora considerando a dimensão territorial do Brasil (FANTINATI *et al.* 2015; ZUFFO e ZUFFO, 2016). Em um cenário de sucesso, o ajuste do preço da água em função de sua disponibilidade natural desencadearia em valores racionais na captação e lançamento de efluentes, com destaque para as regiões semiáridas e zonas com elevada densidade demográfica.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira localiza-se no sul do estado da Bahia, Nordeste do Brasil. Tem centroide nas coordenadas 15°56'40S e 39°30'48O (Figura 2) e drena uma área de 4.300 km². A mesma faz parte da região de gestão de águas do Atlântico Leste conforme a Agência Nacional de Águas – ANA. Esta bacia hidrográfica fornece água para o abastecimento público de cerca de 500.000 habitantes distribuídos nos municípios de Floresta Azul, Itororó, Itajú do Colônia, Ibicaraí, Itapé, Ilhéus e Itabuna, tendo a última a maior população, estimada em 220.300 habitantes (IBGE, 2020). De acordo com a classificação internacional de Köppen (1936), prevalece na área os tipos climáticos *Af* e *Aw*, classificados como Tropical Úmido de Floresta e Subúmido, respectivamente, e ambos sem estação seca definida. Segundo Thornthwaite (1948), Alvares, Stape e Sentelhas (2013) e Silva *et al.* (2016), esse clima caracteriza-se também pelas métricas de temperatura média de 24°C, e precipitação anual acima de 2.000 mm. Ainda segundo o autor, os valores de chuva indicam que essa região é um domínio com níveis pluviométricos similares ao clima Amazônico.

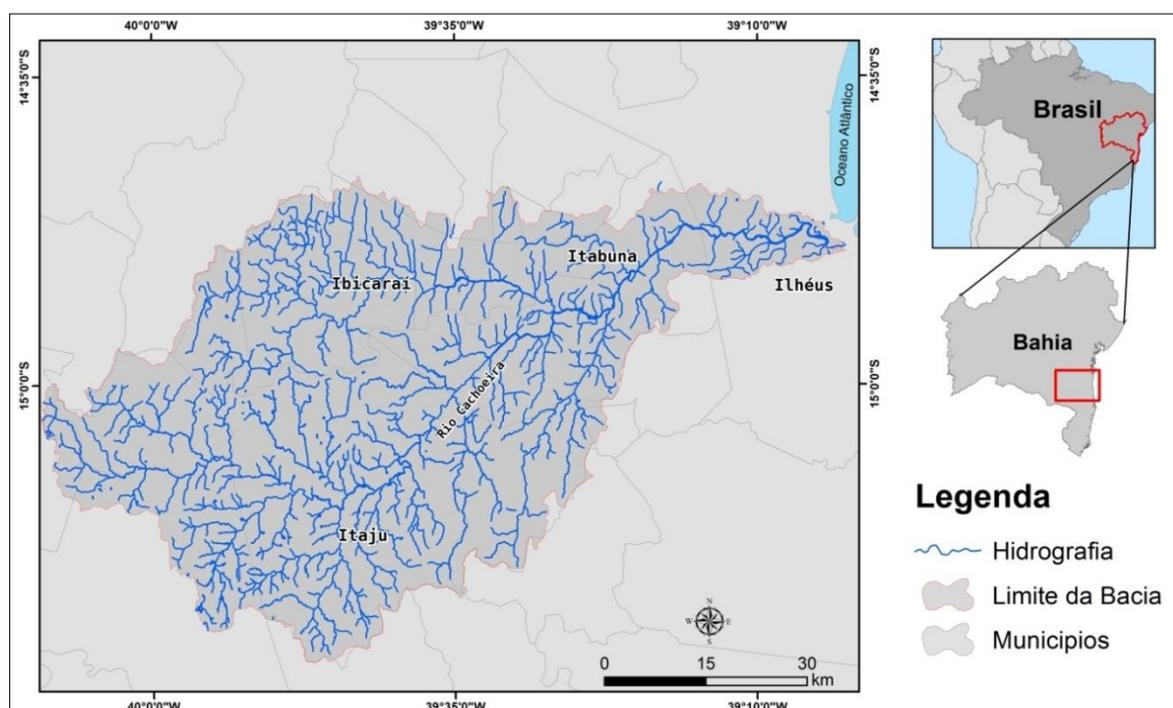


Figura 2 – Localização da bacia hidrográfica do rio Cachoeira.

Fonte: Elaboração do autor a partir da base de dados SEI (2004).

No que concerne aos recursos hídricos da região, Santos, Paula e Rego, (2008) e Franco *et al.* (2011) afirmam que a densidade de drenagem média da bacia é de 2,35 rios/km², caracterizando um sistema hidrológico superficial abundante. Já as águas subterrâneas da região, de acordo com Maia, Cruz e Sampaio (2009), ocorrem em domínios de rochas do embasamento cristalino, o que determina aquíferos dos tipos fissurais, de baixo a médio potencial hidrogeológico. O domínio vegetal da região é a Floresta Tropical Úmida (Mata Atlântica), de fitofisionomia ombrófila. Entretanto, devido às alternâncias econômicas da região, desenvolvidas atualmente em atividades agropastoris, o cenário de intenso desmatamento na bacia hidrográfica marca a paisagem local já há alguns anos. A retirada da vegetação, o aumento da fragilidade ambiental e o déficit nos níveis de vazão das sub-bacias são apontamentos observados por Harum *et al.* (2008), Santos, Paula e Rego (2008), Rego, Barros e Santos (2010) e Franco *et al.* (2011).

6.2. Definição das unidades de paisagem

Para a representação dos geossistemas nos limites da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, alguns padrões de representação conforme os trabalhos de Amorim e Oliveira (2013), Amorim (2016) e Amorim *et al.* (2017) foram considerados para a análise em escala regional proposta. A extensão territorial de representação configura-se como desprezível, pois a mesma por si não é sinônimo de agrupamento das feições naturais (o mesmo de táxons). Dessa forma, adota-se uma leitura da paisagem determinando a homogeneidade e/ou heterogeneidade dos táxons, que de forma simplificada são os contornos das unidades da paisagem do meio físico, desde a geologia até o tipo climático. Cabe lembrar que toda essa técnica faz parte de mecanismos de sínteses naturalistas.

Assim, para visualizar os geossistemas da área em estudo, inicialmente foi adotada uma classificação das unidades de paisagem em geômeros (onde as fáceis caracterizam cenários homogêneos) e geócoros (uma heterogeneidade de formas “trato” que diferem desde seu desenho até sua dimensão), conforme o esquema da Figura 2 (SOCHAVA, 1971; 1975; 1977). Em escala regional, a heterogeneidade é menos presente devido a generalização que a imagem da paisagem expõe, diferente da escala local (GAGARINOVA e KOVALCHUK, 2010; BASTIAN, GRUNEWALD e KHOROSHEV, 2015). A Figura 3 categoriza os

geômeros como geossistemas de estrutura homogênea, enquanto os geócoros são geossistemas com estrutura heterogênea.

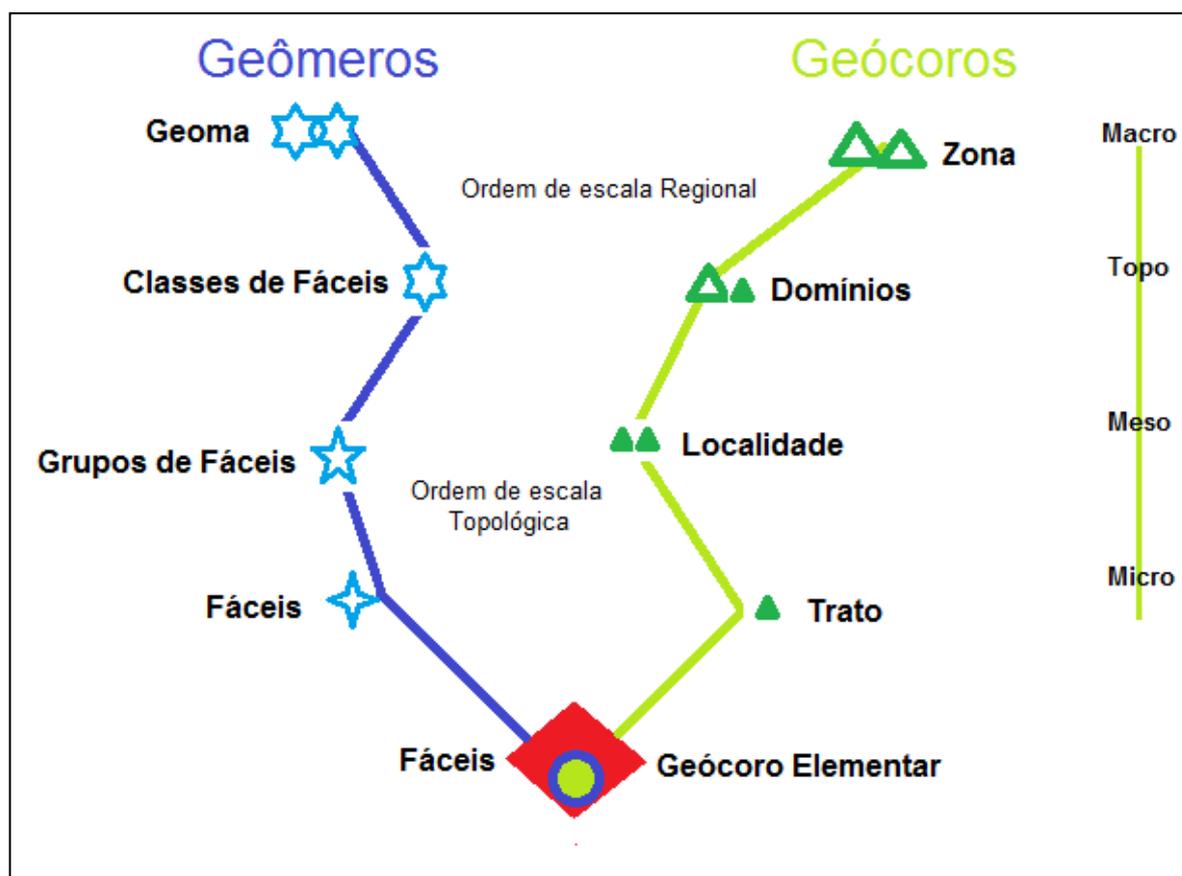


Figura 3 – Esquema metodológico das ordens dos geossistemas.
Fonte: Adaptado de Amorim *et al.* (2017).

Após o entendimento das posições dos geômeros e geócoros, delineia-se uma compartimentação dos elementos do meio físico em diferentes escalas de análise. Este trabalho adota os procedimentos já testados por Amorim e Oliveira (2008, 2013), Burkhard *et al.* (2014), Amorim (2016), Amorim *et al.* (2017) em estudos geossistêmicos na Rússia e nos estados brasileiros da Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo. Considerando a escala regional da pesquisa e apontamentos observados em Isachenko (1973) Gagarinova e Kovalchuk (2010), a representação dos geossistemas da área em estudo abarcou informações inerentes:

(1) ao domínio morfoestrutural – Conjunto de rochas que deu origem ao substrato. Considerando que o mapeamento geológico a ser utilizado é de média e pequena escala, identificar com exatidão o limite de cada rocha matriz que deu origem ao

substrato não se aplica, mas a formação, grupo, província ou complexo geológico, sim, uma vez que os processos atuantes na gênese desse conjunto de rochas apontam muito sobre seu comportamento nos processos intempéricos na paisagem (SOARES e AQUINO, 2012);

(2) às formas de relevo – Para escala grande, define-se a compartimentação das formas de relevo derivadas de topossequência, tendo como auxílio a construção de unidades gerais de dissecação e deposição. Para a escala regional adota-se os compartimentos do relevo;

(3) às classes de solos – São as características gerais das formações superficiais, sejam sedimentos, pedimentos, mantos de alteração e perfis pedológicos. Junto com a vegetação, apresenta-se como indicador determinante das características de fluxo de energia, matéria e nutrientes. No presente estudo adotou-se o primeiro táxon da Classificação de Solos elaborada pela Embrapa (2013);

(4) ao tipo climático – Predomínio de características meteorológicas ao longo do tempo, sobretudo definido pelos índices de pluviosidade, considerando a água como força motriz para os sistemas naturais.

(5) à cobertura vegetal natural – O domínio de vegetação respectivo ao cenário em análise, não considerando as variações fitofisionômicas percebidas apenas em escala de detalhe.

6.2.1. Geoprocessamento

A composição dos geossistemas foi desenvolvida através do somatório de representações georreferenciadas em um banco de dados cartográficos com informações inerentes às unidades do meio físico [1] domínios morfoestruturais, [2] relevo, [3] solo, [4] zonas climáticas (segundo Koppen, 1936), [5] bioma. Adotou-se uma escala regional de análise, de métrica 1:250.000, considerando o nível de detalhe em que foram geradas as cinco informações cartográficas utilizadas, integrando camadas dos componentes físico-naturais da paisagem. Além disso, foi adotada a escala gráfica 1:300.000 para a representação do mapa de geossistemas gerado. Todos esses dados são obtidos em arquivos digitais no formato vetorial *.shp*, disponíveis através do sistema cartointerativo da SEI (2004), IBGE (2017) e

FOREST-GIS (2017). Especificamente a carta de solos foi refinada de acordo com os processos pedogenéticos e seus contornos relacionados com a topografia da área, conforme recomenda Amorim (2016), expondo que a classe de solos, após a vegetação, é a que permite delimitar precisamente as nuances geossistêmicos.

Em segundo momento, foi realizado o levantamento das cartas topográficas que abrangem os municípios pertencentes a bacia hidrográfica, onde foram selecionadas seis (6) cartas topográficas na escala 1:100.000 produzidas pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste: Camacan - SD-24-Y-D-III (SUDENE, 1977a), Itabuna - SD-24-Y-B-VI (SUDENE, 1977b), Ibicaraí - SD-24-Y-B-V (SUDENE, 1977c), Itapetinga - SD-24-Y-D-I (SUDENE, 1977d), Itaju do Colônia - SD-24-Y-D-II (SUDENE, 1977e), e Poções - SD-24-Y-B-IV (SUDENE, 1977f). O intuito do uso dessas cartas foi um refinamento dos polígonos dos geossistemas, bem como os limites da bacia hidrográfica, levando em conta principalmente os contornos das curvas de nível nos arquivos de hipsometria – curvas de nível. A hidrografia da área em estudo foi extraída também da base de dados vetorizada oriunda das cartas topográficas mencionadas.

Toda a conjuntura de dados reunidos foi realizada através de geoprocessamentos no Sistema de Informação Geográfica *ArcGIS* 10.7: primeiramente, foram importados os dados do meio físico para composição das camadas (*layers*) e organização das sobreposições. Em seguida, realizou-se uma mesclagem dos arquivos utilizando as tabelas de atributos (comando *join table*), definindo manualmente em cada célula as siglas dos geossistemas a serem gerados e suas localizações. O uso de siglas nas legendas dos geossistemas é um *layout* recomendável por Sochava (1977), que explica que a forma adequada de expor as unidades de paisagem é a forma de matriz, em decorrência de eventuais diversidades de sistemas e subsistemas. Essa representação é observada nos trabalhos de Bastian, Grunewald e Khoroshev (2015), Burkhard *et al.* (2014) Burkhard *et al.* (2014) Amorim e Oliveira (2013) Amorim *et al.* (2017). Em seguida, na tabela de coordenadas de cada unidade geossistêmica identificada, realizou-se uma adequação para os limites da bacia (comando *clip*). Por fim, após a composição dos geossistemas no interior da bacia hidrográfica, gerou-se um único arquivo *shapefile*, contendo as posições geográficas e as informações de legenda das unidades de paisagem em estudo.

6.3. Análise dos sistemas antrópicos

No intuito de observar o uso da água em bacias hidrográficas foi necessário delimitar e caracterizar os sistemas antrópicos e correlacioná-los como os níveis de saneamento básico, disponibilidade e qualidade da água. Subentende-se que o saneamento básico, no cenário brasileiro é mensurado a partir dos indicadores dos municípios, podendo assim, apresentar respostas do atual manejo da água na BHRC. Com dados censitários e de uso da terra, a antropização, com foco para aspectos hídricos, foi mapeada. Como dados do Índice de Qualidade da Água (IQA), as características físico-químicas das águas foram identificadas. Por se tratar de uma bacia hidrográfica de importância regional e de feições heterogêneas, descrever a paisagem de seus compartimentos hidrográficos e de uso da terra são mecanismos sugeridos em políticas públicas ambientais no intuito de visualizar os diferentes sistemas naturais que definem a qualidade e quantidade de água.

6.3.1. Perfil de saneamento dos municípios da BHRC

A relação da população com o uso da água pode ser compreendida a partir dos dados do último censo que mostram as variáveis ligadas a saneamento básico, isso é, acesso à água potável e presença de rede de esgoto no domicílio, dentre outros aspectos. Segundo Amorim *et al* (2017), a análise por domicílios revela o real cenário de uso da água por parte da população. A principal base de dados para esse tipo de consulta são os dados censitários do IBGE do ano de 2010, que traz variáveis de perfil populacional e domiciliar no nível dos setores censitários. Especificamente para este trabalho, foram considerados os dados absolutos de domicílios por setor censitário em cada município da BHRC que correspondem as seguintes variáveis (Quadro 2):

Quadro 2 – Variáveis adotadas para análise do uso da água na BHRC.

Indicadores Socioeconômicos e Demográficos
Número Total de Domicílios (v001)
Domicílios com abastecimento geral de água (v012)
Domicílios com abastecimento por poço de água (v013)
Domicílios com rede geral de esgoto (v017)
Domicílios com fossa séptica (v018)
Domicílios com fossa rudimentar (v019)
Domicílios com coleta de lixo (v035)

Com o número total dos domicílios levantado e a relação dos mesmos com cada uma das variáveis apresentadas no Quadro 2, pode-se obter os níveis (ou índices) de presença de cada um desses serviços nos 11 municípios em estudo. A metodologia de calcular as variáveis por setores do município, e em seguida discutir situações socioambientais, é observada também nas recentes pesquisas de Amorim *et al.* (2017), Furlan e Murara (2018) e Barbosa *et. al.* (2019): a justificativa geral é que, mesmo em estudos de bacias hidrográficas, são nos municípios que ocorrem as políticas públicas para implementar estruturas de água, esgoto e lixo. Dessa forma, a compartimentação da bacia hidrográfica englobando municípios sob a perspectiva do saneamento facilita a análise no contexto de recursos hídricos. Segundo Leal (2012), por mais que se discutam recursos hídricos em determinadas organizações e universidades, é sempre a prefeitura o caminho entre os conceitos e os usuários da água.

O passo seguinte foram os registros, em campo, das situações que envolvem o uso da água nas cidades e comunidades rurais. A confirmação dos dados ocorreu de forma predeterminada em relação as localidades que os dados apontavam alto ou baixo nível de saneamento básico. Em cada localidade, foi preenchida uma planilha de confirmação para cada item gerado na representação por mapas, que compõem os resultados.

6.3.2. Uso da terra

A identificação das classes de uso e ocupação das terras que compõem a paisagem da BHRC foi realizada através do mapeamento em escala numérica de

1:50.000 (um para cinquenta mil) a partir de imagens de satélite do sensor *Landsat 8 TM* (de resolução de 30/15 metros) datadas dos meses de dezembro de 2018, ponto de órbita 284, sendo disponíveis nos catálogos de imagem digital do *Geological Survey Earth Resources Observation and Science Center (USGS – EROS)* (CLARK *et al.*, 2017). Do número total de bandas espectrais que compõe os metadados das imagens, especificamente as bandas 1, 2, 3, 4 e 5 foram utilizadas para a identificação das diferentes coberturas vegetais, conforme observado no trabalho de Lourenço e Landim (2004) e Demattê (2017). Além disso, dados representados nas bases de dados da SEI (2004) e Global Cover (2009) foram adicionados ao geoprocessamento das informações no intuito de sobrepor e delimitar de forma analítica as classes de cobertura vegetal que compõem a paisagem das BHRC.

O passo a passo metodológico foi realizado através do Sistema de Informação Geográfica *ArcGIS 10.7*: os procedimentos técnicos de geoprocessamento adotados iniciaram-se com a [1] correção atmosférica das imagens importadas, [2] composição de cenas em RGB (*red, green, blue*), [3] recorte da imagem para os limites da BHRC através do comando *extract by mask* e por fim [4] um refinamento da resolução da imagem de 30m para 15m, adicionando a banda pancromática dos metadados da imagem através do comando *Panchromatic sharpening*.

Foram delimitados, de forma arbitrada, polígonos matrizes que representam as (1) áreas urbanas, (2) sistema agroflorestal “cabruca”, (3) remanescentes florestais, (4) áreas alagadas, (5) manguezal e (6) zonas de agropecuária. A precisão desses dados, para a escala adotada, foi continuada através da conjuntura de informações de cobertura vegetal levantadas no geoprocessamento de dados cartográficos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Instituto SOS Mata Atlântica (2015) e de trabalhos de mapeamento observados na SEI (2004), Silva *et al.* (2011), Franco *et al.* (2015) Silva *et al.* (2015) e Gomes *et al.* (2017) e Lopes *et al.* (2019). Além disso, definiram-se pontos de controle sobre as imagens da cena do sensor com o intuito de distinguir, através de classificação supervisionada, alguns recortes com proximidade de valores de pixel entre as classes de floresta/cabruca e restinga/agropecuária.

6.3.3. Qualidade da água

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, ligado ao Ministério do Meio Ambiente, prevê em sua última resolução sobre Recursos Hídricos (nº 357, de 17 de março de 2005) que os corpos d'água e diretrizes ambientais sejam passíveis de enquadramento. O texto indica que as águas doces sejam classificadas em cinco classes a partir de sua qualidade: classe especial, 1, 2, 3 e 4. A classe 4 é a única que não pode ser utilizada no abastecimento e/ou qualquer outro tipo de atividade humana e agropecuária, devido à sua baixa qualidade. Os custos de tratamento (e até manutenção da estrutura) inviabilizam o seu aproveitamento. Já as demais classes diferem entre si pelo tipo de tratamento a ser utilizado para a potabilidade delas, antes de sua distribuição à população e demais serviços. Para o enquadramento dessas classes, a normativa é que as análises de água considerem alguns índices de qualidade, com destaque para o Índice de Qualidade de Água (IQA).

Proposto pela CETESB (2006), e que segundo a análise de Braga *et al.* (2006), apresenta-se como uma metodologia que se aproxime mais dos verdadeiros níveis de potabilidade das águas. Esse índice se trata do produto ponderado nas notas atribuídas a cada parâmetro de qualidade, que no total são nove indicadores específicos, o que seguem: [1] coliformes termotolerantes; [2] pH; [3] demanda bioquímica de oxigênio (DBO/ 5 dias- 20°C); [4] nitrogênio total; [5] fósforo total; [6] temperatura; [7] turbidez; [8] sólidos totais; [9] oxigênio dissolvido (OD). O cálculo é dado pela Equação 1 e o Quadro 3:

$$IQA = \prod q_i^{w_i}$$

Equação 3

IQA - índice de qualidade de água (adimensional),
 Π - multiplicatório,
 q_i - qualidade relativa da i-ésima variável,
 w_i - peso relativo da i-ésima variável,
 i - número de ordem da variável

Quadro 3 – Níveis de IQA.

Ótima	$80 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$52 < \text{IQA} \leq 79$
Regular	$37 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$20 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 20$

O uso do IQA é bastante regular em pesquisas acadêmicas que estudam, sobretudo, águas superficiais ou de reservatórios. Desde sua implementação em 2006, as bases de pesquisas (*Google Scholar* e *Web of Science*) revelam aproximadamente 10 pesquisas publicadas no Brasil em média por ano que trazem índices de diversos cenários hidrológicos pelo país. As mais recentes são: Viera *et al.* (2019) que compara dois canais num estuário no Rio Grande do Sul; Basso e Carvalho (2019) em São Paulo coletaram amostras de água em três reservatórios de abastecimento de água e comparam os valores discutindo eventuais fatores poluentes. Já as pesquisas de Wiesel *et al.* (2018), Harfuch *et al.* (2019) e Souza *et al.* (2019) trazem dados de amostras de água coletadas em diversos pontos de suas respectivas bacias hidrográficas analisadas, com discussões totalmente correlatas com o uso da terra regional.

O IQA é o índice que mais se aproxima com os objetivos dessa tese, já que suas variáveis são sensivelmente influenciadas por alternâncias de uso da terra e perfis de saneamento. Para a BHRC, foram coletadas amostras em 10/2018 e 02/2019 de água para determinar o IQA nas seguintes localidades (Quadro 4):

Quadro 4 – Locais de coleta de amostra de água.

Ponto	Coordenadas	Rio	Localidades
C1	39.18975 W	Colônia	Itororó
	15.12123 S		
C2	40.06833 W	Colônia	Itaju do Colônia
	15.14418 S		
CH1	14.89800 S	Cachoeira	Itapé
	39.42763 W		
CH2	14.78838 S	Cachoeira	Itabuna
	39.27003 W		
CH3	14.80244 S	Cachoeira	Ilhéus
	39.15273 W		
S1	14.95547 S	Salgado	Firmino Alves
	39.94909 W		
S2	14.90481 S	Salgado	Floresta Azul
	39.71866 W		
S3	14.87595 S	Salgado	Ibicaraí
	39.48694 W		

As amostras de água coletadas foram encaminhadas para o laboratório central de análises físico-químicas da Empresa Municipal de Águas e saneamento – EMASA, localizada na cidade de Itabuna. As técnicas/métodos utilizado para determinar os valores dos parâmetros para compor o IQA estão descritos abaixo no Quadro 5, em conformidade com as normas contidas no Manual Prático de Análise de água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013).

Quadro 5 – Descrição dos parâmetros e técnicas.

Parâmetro	Levantamento
pH	Multiparâmetro Akron KR86021
Turbidez	Turbidímetro
Temperatura	Multiparâmetro Akron KR86021
OD	Multiparâmetro Akron KR86021 ($\pm 3\%$ FS)
Sólidos Totais	Condutivímetro Akron
Coliformes Termotolerantes	Tubos múltiplos
DBO	ICPos
Nitrogênio	Espectrofotometria
Fosfóro	Espectrofotometria

O Inema, órgão fiscalizador dos recursos hídricos na Bahia, detém de políticas estaduais que incentivam estudos que envolvam monitoramento e análise

de água (ABEMA, 2020) e curiosamente também foram base para coleta de amostras de água para interpretação de dados na pesquisa de Lopes *et al* (2019), que também traz em seu bojo uma leve correlação entre qualidade da água, presença de nutrientes na água e uso da terra.

Os valores de IQA obtidos foram representados através de uma interpolação por *Krigagem*, conforme sugere a pesquisa de Lopes *et al.* (2008) em seu trabalho intitulado “Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú”. Mas manchas de interpolação seguem um padrão que permite visualizar os valores do IQA em compartimentações ao longo da área delimitada, no caso, a BHRC.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Os geossistemas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira

De acordo com os dados das unidades do meio físico relacionados, foram identificados oito (8) geossistemas para bacia hidrográfica do rio Cachoeira compostos pelos seguintes atributos e suas respectivas siglas: Geologia - Maciços Cristalinos Pré-cambriano (m) e Depósitos Sedimentares Quaternários (c); Relevo - Planície de Acumulação (A), Colinas e Morros (M), Serras (S) e Depressões (D); Pedologia - Latossolos (lt), Argissolos (ar), Chernossolos (ch) e Gleissolos (sm); Clima - Úmido (U) e Subúmido (SU); Bioma – Mata Atlântica.

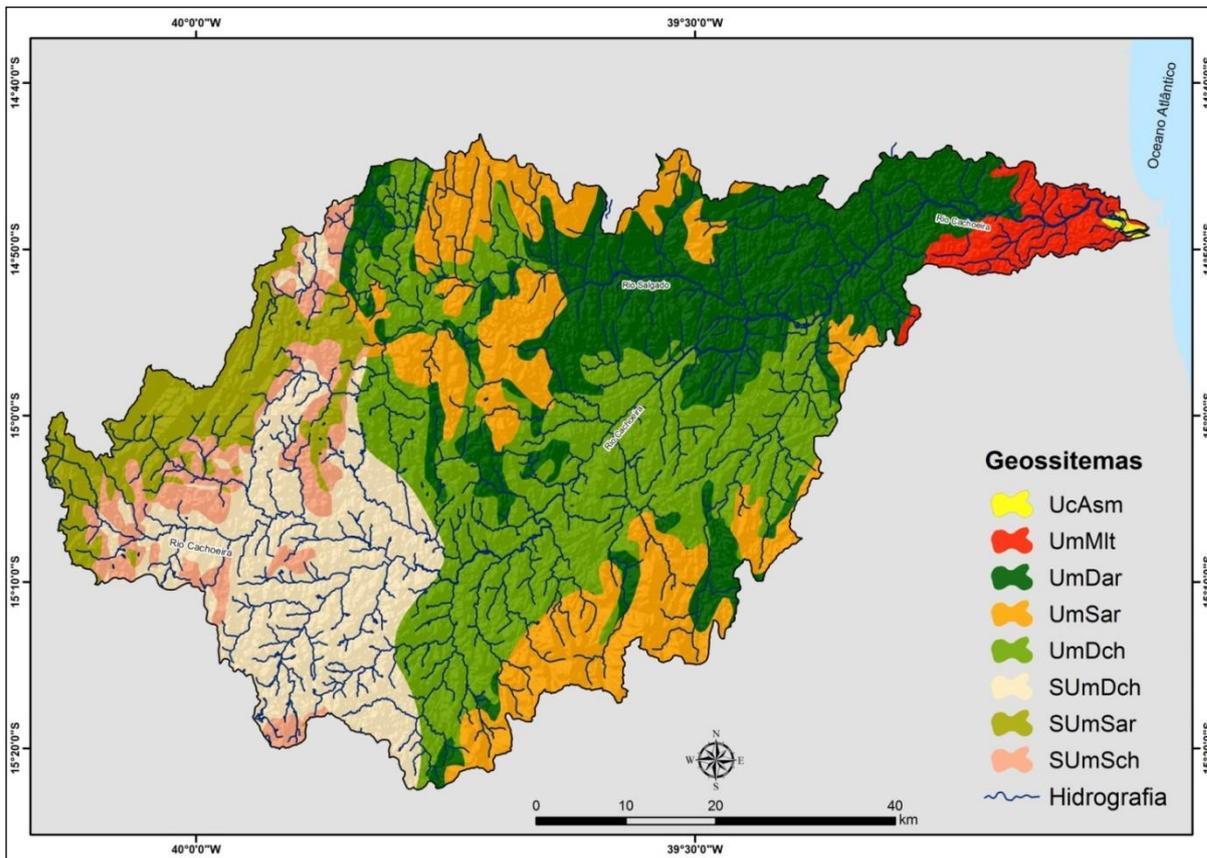
Totalizando treze (13) atributos associados, é possível encontrá-los descritos também em trabalhos com foco em análises ambientais na bacia hidrográfica, sobretudo voltados para recursos hídricos, como os de Rego, Santos e Teixeira (2010) Santos, Paula e Rego (2008) e Lucio, Santos e Silva (2010) que relacionaram aspectos de qualidade e quantidade da água com os atributos geológicos e pedológicos, e Harum *et al.* (2008), Paula, Silva e Souza (2012) e Chaussê *et al.* (2016) que descrevem as influências dos sistemas naturais e antrópicos em aspectos que envolvem a produção de água numa avaliação espaço-temporal, além da caracterização da morfometria superficial e subsuperficial e suas feições geológicas em canais de drenagem da bacia hidrográfica do rio Cachoeira. As associações geossistêmicas estão expostas na matriz da Tabela 6 e representados na Figura 4:

Tabela 6 - Matriz dos geossistemas para a Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira.

GEOSSISTEMAS		Bioma Mata Atlântica				
		Clima Tropical Úmido			Clima Tropical Subúmido	
		Gleissolos	Latossolos	Argissolos	Argissolos	Chernossolos
Maciços cristalinos pré-cambrianos	Serras			UmSar	SUmSar	SUmSch
	Depressões			UmDar		SUmDch
	Colinas e Morros		UmMlt			UmDch
Depósitos Sedimentares	Planícies de Acumulação	UcAsm				

Fonte: Elaboração do autor através de dados de pesquisa.

Figura 4 – Geossistemas da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira.



Fonte: Dados gerados pela pesquisa.

Abaixo, na Tabela 7, seguem as métricas espaciais dos geossistemas mapeados:

Tabela 7– Dimensão dos geossistemas.

Geossistema	Área – km²	%	Perímetro - km
UmSar	707,92	16,42	547,48
UmDar	1015,93	23,57	710,03
UmDch	1145,01	26,57	526,65
UmMlt	138,29	3,24	100,71
SumSar	329,49	7,64	269,78
SumSch	253,16	5,87	426,71
SumDch	712,34	16,53	323,46
UcAsm	7,32	0,16	15,16

Os maiores geossistemas mapeados foram os UmDar e UmDch, que juntos compõem cerca de 50% da área total da BHRC. A diferença entre esses dois geossistemas é destacada pela mudança do clima úmido para o subúmido (caracterizado pela diminuição das médias de chuvas de 1200 para 1000mm em suas áreas), mesmo com a vegetação predominante de Mata Atlântica em ambos. Em seguida, os geossistemas SumDch e UmSar também apresentam dimensões espaciais similares, e juntos compõe cerca de 30% da área total da BHRC; ambos são diferenciados pelo tipo de solo e formas de relevo. Já o geossistema UcAsm, que é basicamente composto por atributos que o caracteriza como área de manguezal, detém apenas 7,32 km² predominado por solos com características de hidromorfismo.

Com exceção do geossistema “UcAsm”, os rios da bacia hidrográfica em estudo drenam uma geologia constituída predominantemente de rochas ígneas intrusivas, da família do Ortognaisse, que formam o atributo geossistêmico de Maciços Cristalinos Pré-cambriano. Para a área em estudo, são rochas associadas ao período Arqueano, especificamente a era do Proterozóico Superior (2,5 – 1.6 Ma A.P). Compõem basicamente dois grandes grupos: o cinturão Itabuna\ltapetinga e o Complexo Ibicuí, que afloram como ocorrências de Tonalitos, Charnockitos, Sienitos, Quartzitos e Basaltos (EVANS, HEAMAN e TRINDADE, 2010; PEDREIRA, 1997; PEDREIRA e WAELE, 2008; GUADAGNIN *et al.* ,2015; MAGALHAES *et al.*, 2015). Esse litotipo condiciona uma hidrologia fissural, com falhas geológicas lineares, moldando em aproximadamente 78 % hidrografia para o tipo Dendrítica.

Nos geossistemas “UmDch” e “UmDar”, ambos inseridos no compartimento de relevo classificado como Depressão, a predominância de Sienitos e Basaltos trazem consigo, em seus afloramentos nos leitos dos canais de drenagem, um litotipo fitado com faixas de quartzo, biotitas e anfibólios. Segundo Paula, Silva e Souza (2012) e Silva (2016), o processo de dissolução dos minerais citados são responsáveis pelos elevados índices de salinidade (altas concentrações Na⁺) das águas superficiais, sendo inclusive atribuída a essa porção do médio curso o nome de “rios salgados” (Figura 5).

Os principais locais que produzem as águas que chegam até os geossistemas supracitados estão inseridos nas serras que compõem o geossistema “UmSar”, frisando que esse recorte está submetido ao clima úmido da região. Além de tais atributos, nessas áreas elevadas predominam também os Argissolos, a cobertura vegetal de Mata Atlântica remanescente, que permite uma produção de água maior quando comparada a outras porções da bacia hidrográfica em que predominam sistemas agropecuários, conforme Souza *et al.* (2009). São nessas áreas que, segundo Santos, Paula e Rego (2008) e Silva (2016), a produção de água gira entorno de 0,05m³/s nos afluentes do rio Cachoeira.

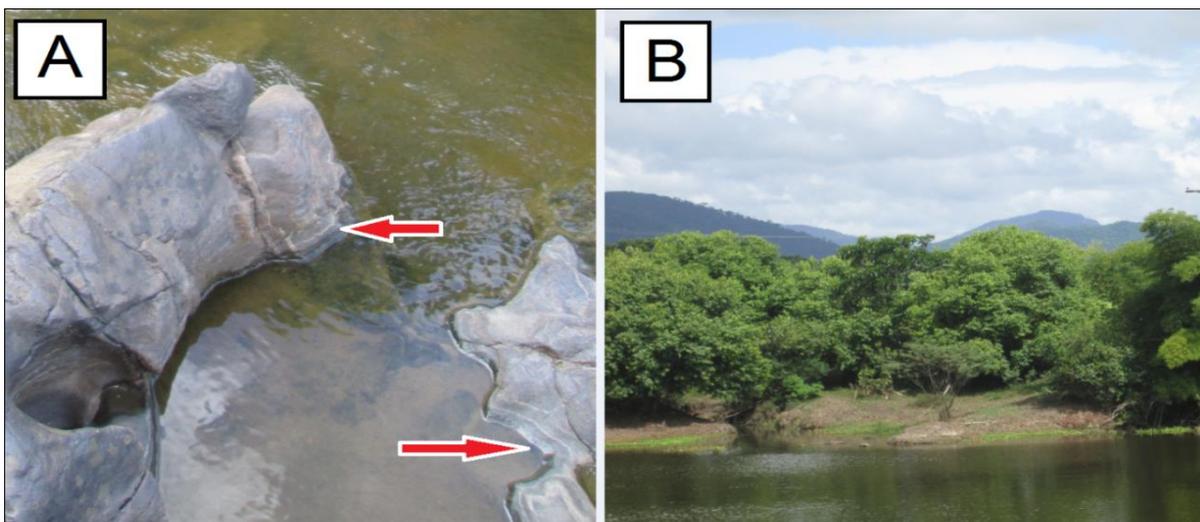


Figura 5 – A) depósitos de sal no leito do rio Cachoeira; B) Vista das serras que compõem os geossistemas “SumSar” e “UmSar”.

Fonte: Dados de pesquisa (2017).

O Argissolo é um atributo presente também no geossistema “SUmSar”, caracterizado pelo de compartimento geomorfológico de serras: a posição desse geossistema no alto curso da bacia hidrográfica congrega as principais áreas de nascentes das duas maiores sub-bacias da área, a do rio Colônia (drenagem oeste>leste) e Salgado (drenagem norte>leste). Dada a ocorrência de Argissolos nas áreas elevadas da bacia, Campos *et al.* (2012) expõe que essa formação pedológica propicia menores níveis de infiltração quando comparado com Latossolos e Chernossolos, por exemplo. Segundo Silva *et al.* (2011), o que favoreceria a presença de nascentes perenes seria o resultado da [1] textura de uma relação 1/2 de partículas tamanho areia em mistura com argila, [2] topografia movimentada e [3] baixa permeabilidade oriunda também dos gnaisses constituídos de quartzo. Esse cenário de produção de água é atingindo atualmente pelo uso da terra pautado em atividades agropecuárias (SOUZA *et al.* 2010; SILVA *et al.*, 2011; SILVA, 2016).

Os geossistemas que completam o alto curso da bacia hidrográfica são “SUmSch” e “SUmDch”, destacados pela ocorrência dos Chernossolos. De forma geral, na área em estudo, apresentam-se como solos escuros de alta atividade de argila (Ta) e alta saturação por bases (alto V%). Ao longo das propriedades rurais, a feição do solo é marcada por *slickensides*. Segundo Santos, Paula e Rego (2008), Silva *et al.* (2011) e Melfi (2012), sua ocorrência está associada às rochas que possuem minerais que permitem a formação de solo com alto teor de cátions de

reação alcalina (principalmente Ca^+ e Mg^+), como os anfibólitos presentes no Tonalito. É recorrente a presença de caulinita nesses perfis pedológicos. Em trabalhos que foram realizadas coletas de amostras de água em campo, como os de Figueiredo e Rego (2008) e Silva (2016), é apontado que os canais de drenagem dessa área ao longo do ano, sobretudo o do rio Cachoeira, apresentam elevados níveis de Cálcio. Nessa área, inclusive, há captação de água bruta da cidade de Itajú do Colônia, que segundo Silva (2016), tem seu sistema de tratamento de água com maiores custos em função da correção da carga alcalina para a distribuição.

Os cenários do meio físico do baixo curso da bacia hidrográfica são completados pelos domínios dos geossistemas “UmMlt” e “UsAsm”. Essa é porção da bacia hidrográfica que detém os maiores níveis de precipitação ao longo do ano, cujas isolinhas definem os valores entre 2.220 e 2.300 mm, com os canais de drenagem apresentando valores de vazão acima de 10 m^3/s . Nessa zona, o rio Cachoeira já apresenta um leito maior com largura média de 55 metros, até seu exutório. No geossistema “UmMlt”, existe a predominância dos Latossolos, que, de forma geral, são solos com baixos níveis de nutrientes e com perfis profundos, retratados como solos “antigos e lavados”, sendo o uso da terra nessa área totalmente baseado no cultivo de cacau em consórcio com a floresta, e intercalado com áreas de remanescentes florestais. Esse atributo pedológico é citado em trabalhos que determinaram o aporte de ácidos orgânicos dissolvidos e nutrientes das águas superficiais, como o de Freitas *et al.* (2015), Silva *et al.* (2016), Araújo *et al.* (2015) e Costa *et al.* (2017). Estas pesquisas indicam que há nesse sistema natural uma deposição contínua de matéria orgânica nos solos e eventualmente nos corpos d’água. É comum, em meses mais secos, que os rios apresentem desenvolvimento de macrófitas. Os autores categoricamente afirmam também que a cadeia de nitrogênio é um indicador de que as águas da bacia hidrográfica do rio Cachoeira são heterogêneas, e que compostos químicos, como nitrito (NO_2) e nitrato (NO_3), são resultantes das diferentes interações entre o meio físico e o uso da terra (geossistemas). Além disso, para o geossistema de ambiente estuarino “USmAs”, as variáveis inorgânicas Cloro (Cl^+) e Fosfato (PO_4), presentes nas águas salinas de interação continente-oceano, indicam uma forte influência de águas residuais provenientes dos outros compartimentos à montante da bacia hidrográfica.

De forma geral, os níveis de precipitação do clima tropical de floresta, que predomina na bacia hidrográfica, favorecem a lixiviação contínua dos atributos do meio físico dos geossistemas em estudo, confirmados por similaridades na densidade de drenagem (Tabela 8). Mesmo com a diferenciação entre zonas úmidas (médio e baixo curso) e subúmidas (alto curso), é possível visualizar contínuos valores de vazão ao longo do ano nos canais de drenagem da bacia, sobretudo nas serras. A exceção é recorrente em períodos de estiagem severa em decorrência do *El Niño*, sendo também atribuída à ausência de vegetação em áreas do compartimento de Depressão, e incorrendo no interrompimento de fluxos de água, como nos anos de 1997 e 2015, em que as cidades da bacia hidrográfica sofreram redução na distribuição.

Tabela 8 – Síntese das características das águas nos geossistemas.

Geossistema	Curso da bacia	Densidade de Drenagem (km/km ²)	Principais Características
UmSar	Médio	0,35	Canais com vazão acima de 50 l/s
UmDar	Médio	0,38	Águas com elevados níveis de Na ⁺ e K ⁺
UmDch	Médio	0,41	Águas com elevados níveis de Na ⁺
UmMlt	Baixo	0,3	Águas com elevada presença de matéria orgânica
SumSar	Alto	0,29	Predominância de canais de 1 ^a ordem
SumSch	Alto	0,33	Águas ricas em Ca ⁺
SumDch	Alto	0,39	Deposição de sal no leito e bordas dos canais de drenagem
UcAsm	Baixo	0,2	Manguezal, ambiente estuarino

Fonte: Dados gerados pela pesquisa.

Conforme a Figura 6, que expõe o perfil longitudinal do rio principal (Cachoeira), a forma alongada da bacia hidrográfica, atrelada às estruturas de relevo depressional da paisagem, conforma uma drenagem de maior extensão no Geossistemas “SUmDch”, “UmDch” e “UmDar” em aproximadamente 160 km. O rio em seu alto curso não drena mais que 15 km nos geossistemas situados no compartimento serrano.

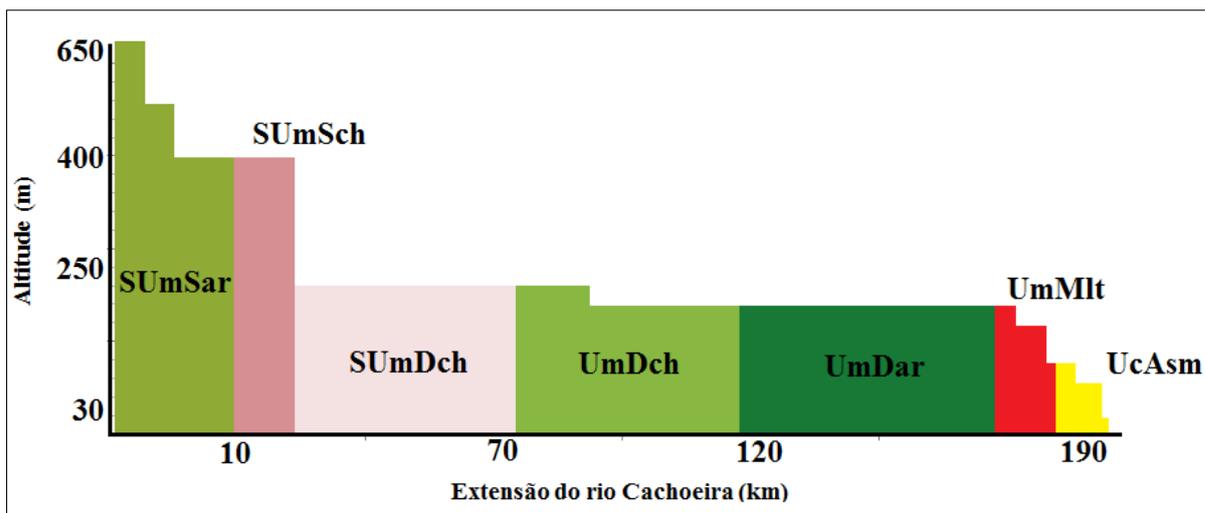


Figura 6 - Perfil longitudinal do rio Cachoeira.

Fonte: Dados gerados pela pesquisa (2017).

Já no baixo curso, o trecho com maior sinuosidade do rio principal está na drenagem do geossistema “UcSam”, onde as rochas do embasamento cristalino, ao longo do leito do rio, não afloram e são recobertas por sedimentos quaternários. Até o seu exutório, este é o único trecho navegável em toda a sua extensão, e as características das águas nessa área, segundo Chaussê *et al.* (2016), é de elevada concentração de matéria orgânica, bem como elevada salinidade oriunda de processos de intrusão salina a partir do mar.

7.2. Sistemas antrópicos observados pelo perfil de saneamento básico

Inicialmente, cabe destacar alguns aspectos em relação ao perfil populacional na região sul da Bahia a qual a BHRC está inserida; a partir do fim da década de 1980, a diminuição a expressiva das taxas de produção de cacau

favoreceram uma aceleração da urbanização nas cidades da região. A população rural, desprovida de ofertas na lavoura em decorrência da praga conhecida como vassoura-de-bruxa, naturalmente ocuparam espaços nas periferias dessas das cidades, principalmente em Ilhéus e Itabuna. Como exemplo, em 1985 a população de Itabuna era de cerca de 150.000 habitantes; no ano 2000, a população era de cerca de 200.000 hab. Destoante do crescimento acelerado, as parcas políticas públicas de saneamento básico não acompanharam essa população emergente, fazendo com que processos de favelização e irregularidades fundiárias se tornassem predominantes nas áreas urbanas em todas as cidades da BHRC.

No total, os dados revelam que são aproximadamente 103.327 domicílios localizados nos limites da BHRC, que normalizados seriam aproximadamente 24,5 domicílios por km². Já de início, observa-se que é um valor que revela uma baixa concentração, conforme aponta Fontenelle e Correa (2013), que definem uma alta concentração de domicílios a partir de 100 unidades por km² numa pesquisa realizada no estado de São Paulo. Desses 103.327 identificados, cerca de 64 mil estão localizados somente no município de Itabuna, no baixo curso da BHRC. A parte que pertence a Ilhéus, também no baixo curso, aparece em seguida com cerca de 8.000 domicílios. A concentração fica mais rarefeita no médio curso, com municípios que não ultrapassam 4000 domicílios, com exceção de Ibicaraí. Já no alto curso, o destaque é Itororó com cerca de 6.000 domicílios, frisando que o total engloba áreas urbanas e rurais.

Para a variável “acesso a água potável”, que é água encanada proveniente das empresas concessionários do abastecimento público, todas as cidades apresentaram índices acima de 0,7 do total de moradias, ou seja, mais de 70% são atendidas com essa infraestrutura de distribuição. Itabuna e Itapetinga apresentaram os maiores valores, com 0,93 e 0,94 respectivamente. Com 0,72, as cidades com menores índices são Ilhéus, Firmino Alves e Itajú do Colônia. Já o “acesso a esgoto”, isto é, domicílios com encanação de águas servidas apresentam índices bem menores comparados com acesso à água: Ilhéus é o destaque negativo, com 0,49 (menos de 50% das casas detêm de esgoto encanado). O maior valor foi observado em Itapetinga, com 0,92. Os demais municípios variaram entre 0,54 e 0,77 (Tabela 9).

Tabela 9 – Índices de presença de variável nos domicílios por município.

Município	Dados	V001	V012	V013	V017	V018	V019	V035
Barro Preto	Nº Domicílios	1985	1464	242	1344	65	182	1470
	Índice	-	0,73	0,12	0,67	0,03	0,09	0,74
Firmino Alves	Nº Domicílios	1961	1419	74	1471	38	61	1746
	Índice	-	0,72	0,03	0,75	0,01	0,03	0,89
Floresta Azul	Nº Domicílios	2690	2156	192	1740	59	153	2062
	Índice	-	0,80	0,07	0,64	0,02	0,05	0,76
Ibicaraí	Nº Domicílios	7587	6956	109	4677	153	395	6737
	Índice	-	0,91	0,01	0,61	0,02	0,05	0,88
Ilhéus	Nº Domicílios	8683	6299	1312	4287	526	1099	6743
	Índice	-	0,72	0,15	0,49	0,06	0,12	0,77
Itabuna	Nº Domicílios	63713	59354	646	49575	1819	2925	58394
	Índice	-	0,93	0,01	0,77	0,02	0,04	0,91
Itajú do Colônia	Nº Domicílios	1550	1121	24	997	66	109	1148
	Índice	-	0,72	0,01	0,64	0,04	0,07	0,74
Jussari	Nº Domicílios	2621	2233	74	1715	27	336	2111
	Índice	-	0,85	0,02	0,65	0,01	0,12	0,80
Itapé	Nº Domicílios	3343	2521	57	1808	197	355	2608
	Índice	-	0,75	0,01	0,54	0,05	0,10	0,78
Itapetinga	Nº Domicílios	1454	1372	5	1348	10	34	1304
	Índice	-	0,94	0,003	0,92	0,006	0,02	0,89
Itororó	Nº Domicílios	5976	5215	155	4162	115	424	4915
	Índice	-	0,87	0,02	0,69	0,01	0,07	0,82
Santa Cruz da Vitória	Nº Domicílios	1764	1429	59	1280	67	109	1333
	Índice	-	0,81	0,03	0,72	0,03	0,06	0,75

A “coleta de lixo”, variável primária em influência de águas superficiais e subsuperficiais (e saúde pública e ambiental) (AMORIM *et al.* 2017), apresentou índices acima de 0,7 em toda a BHRC, com destaque para o município de Itabuna com valor de 0,91, atingindo assim quase todos os domicílios presentes no município. Já o menor valor foi registrado em Barro Preto, com 0,74. Os municípios do alto curso da BHRC apresentaram valores entre 0,8 e 0,89, que também se apresenta como elevado. Cabe frisar que, segundo dados levantados em campo, apenas Itabuna e Ilhéus detém de empresas licitadas para a coleta de lixo, e os demais municípios contam com serviços da própria prefeitura.

Para a variável "abastecimento por água de poço", seja ele na forma de cacimba ou poço artesiano, é encontrado nos municípios de forma predominante em zonas rurais ou limítrofes as cidades. Curiosamente, Itabuna detém diversos poços para períodos de seca, mas que não são utilizados cotidianamente (MATTOS e SILVA, 2019) Todos os valores não passaram o índice de 15% dos domicílios, que segundo aponta Cruz (2019), é relativamente baixo quando comparada a outras fronteiras agrícolas que não detém de clima tropical. Esse valor máximo foi observado em Ilhéus. Barro Preto, no médio curso, detém de 12% das casas abastecidas por água de poço. O restante não ultrapassou os valores de 7%.

Em relação a presença de "fossa rudimentar" e "fossa séptica", os valores observados também são considerados baixos, mas com um certo destaque para o município de Ilhéus (conforme apontado, detém de menos de 50% de rede de esgoto): são 6% (0,06) dos domicílios com fossa sépticas, isto é, contam uma estrutura de decantação ou armazenamento de dejetos, e 12% (0,12) com fossas rudimentares, que são estruturas em "cavas" no solo. Para fossas rudimentares, os municípios de Itapé e Jussari também apresentaram índices de 0,1. Na comparação entre a presença de fossas sépticas e rudimentares, os dados por domicílio mostram que em toda a bacia, somando o total de fossas, em todos os municípios do alto e médio curso da BHRC nota-se um predomínio de fossas rudimentares (mais baratas em termos de custo de implementação). Esse cenário é conceitual no Brasil, considerando que Costa e Guilhoto (2015) em sua pesquisa sobre fossas e seus impactos em engenharia sanitária, afirma que 75% da zona rural brasileira têm fossas rudimentares. Curiosamente, navegando pelas bases, encontra-se um dado:

segundo Carvalho (2019), apenas 22,9% dos domicílios possuem fossa séptica em Moçambique, país em desenvolvimento econômico como o Brasil.

Especificamente nas cidades de Itabuna e Itapetinga, ocorrem gestões municipais de água e esgoto. Os demais municípios contam com serviço em nível de estadual, com a EMBASA - Empresa baiana de Água e Saneamento S.A. Em Itapetinga, a captação a fio d'água, distribuição e captação de esgoto é realizada pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE. Em Itabuna, o serviço é realizado pela milionária Empresa Municipal de Águas e Saneamento - EMASA. Entretanto, essas cidades não contam com efetiva rede de esgoto (Figura 7) de também o tratamento final de esgoto, assim com todas as outras localidades da BHRC.

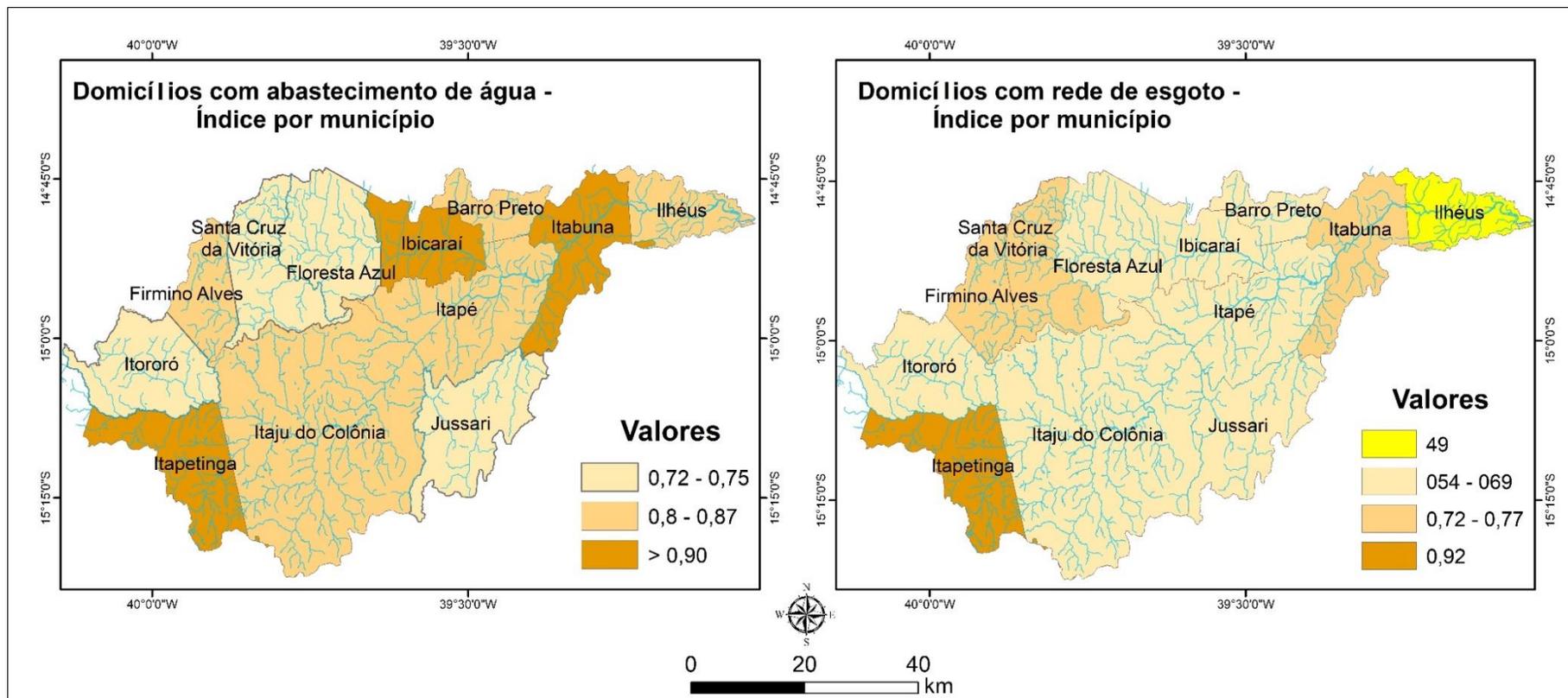


Figura 7 – Abastecimento de água e rede de esgoto na BHRC.

Para o serviço de coleta de lixo, Itabuna é o município que disponibiliza esse serviço em acima de 90% dos domicílios em seu município (Figura 8). Um registro importante é que sua população, de 200.000 habitantes, reside em 98% em sua sede urbana. A cidade é a única que apresenta um contrato de concessão de empresa para coleta de lixo diária. As outras localidades têm o seu lixo coletado pela própria prefeitura, geralmente com estruturas ligadas as secretarias municipais de desenvolvimento urbano ou meio ambiente. Com o lixo que não é coletado, observou-se em campo que são queimados pela população ou armazenados a céu aberto em terrenos baldios ou lançados nos corpos d'água.

O uso de poços, fossas sépticas e fossas rudimentares são destaque para o município de Ilhéus, o último no curso da BHRC (Figura 9). Aparentemente, as políticas públicas de saneamento básico não têm sido efetivas quando comparados os dados aos dos outros municípios, mesmo aqueles que também demonstram uma ação particular da população para saneamento de seu domicílio, como Jussari e Itapé. Essas três variáveis representam, pelo menos na perspectiva de recurso hídrico e gestão de bacias, que os armazenamentos naturais de água (seja superou subsuperficial) dessas localidades sofrem influência direta das atividades antrópicas.

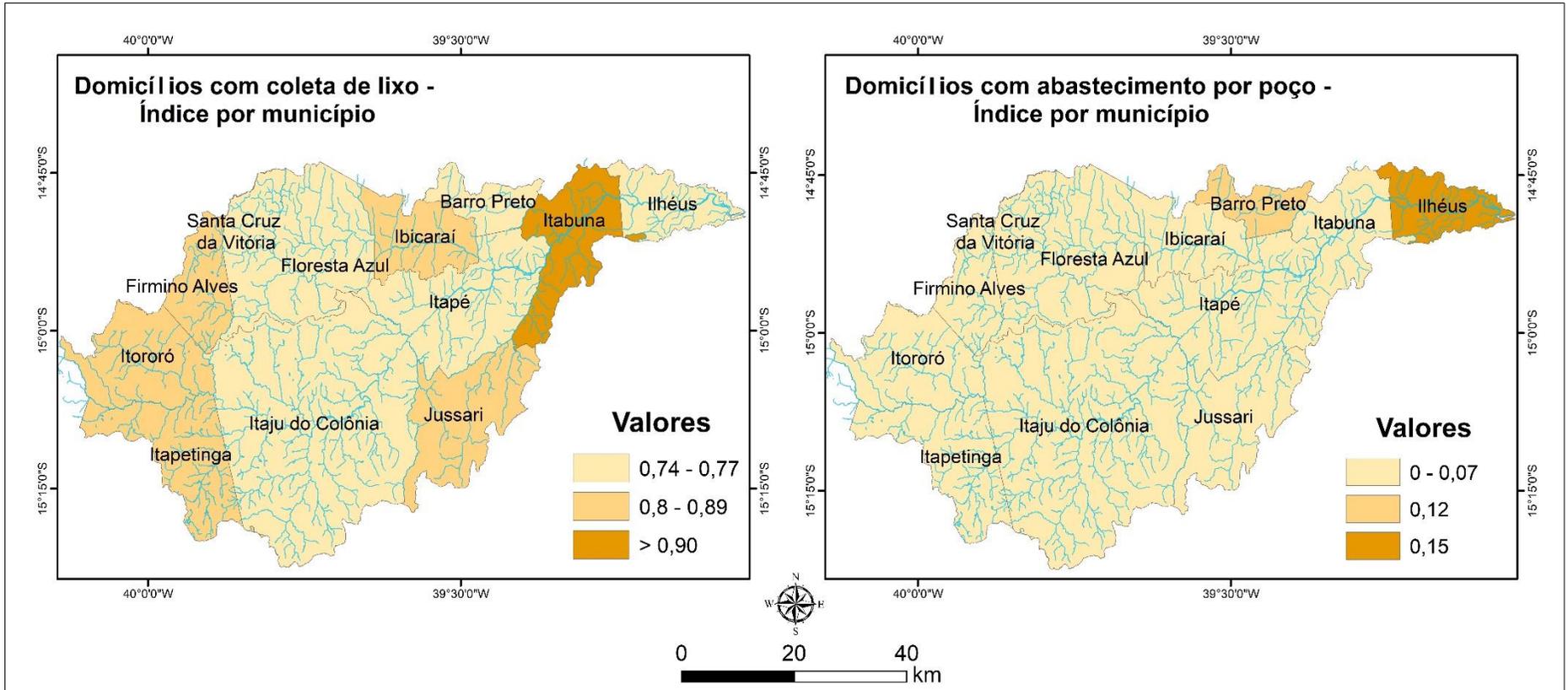


Figura 8– Coleta de Lixo e poços da BHRC.

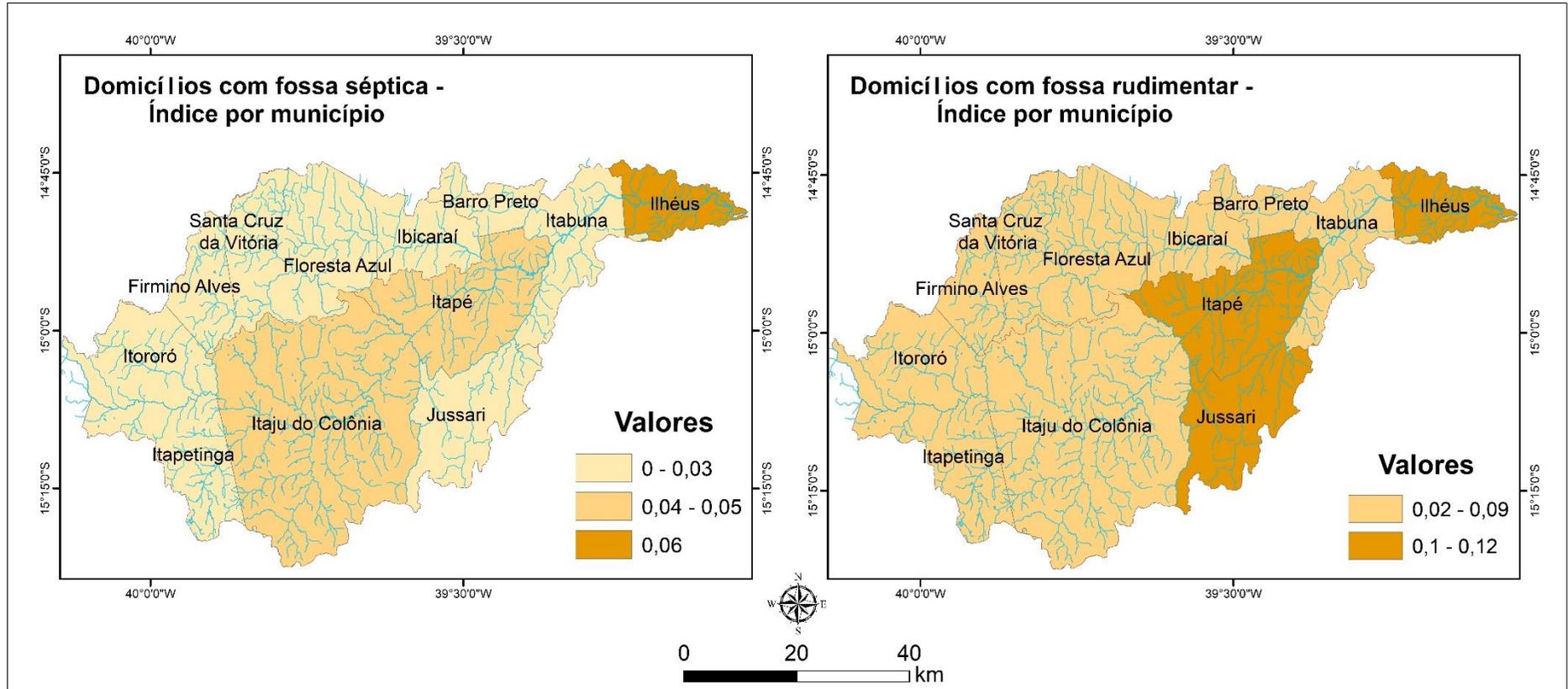


Figura 9 – Coleta de Lixo e poços da BHRC.

Como observado em campo, é muito comum às situações "superlativas" em relação ao saneamento básico na BHRC: localidades no mesmo município podem apresentar boas condições de acesso à água e esgoto, como também cenários de total descaso com a promoção de saúde populacional e ambiental. Isso foi observado em todos os 11 municípios. O principal fator deve-se a falta de continuidade de políticas de infraestrutura para o saneamento, que é resultado a intensa troca política de atores do poder executivo, que historicamente no Sul da Bahia, têm dificuldades de promover ações em áreas de maior vulnerabilidade socioambiental nas cidades e nas zonas rurais.

Esse cenário de ausência de governança de saneamento e recursos hídricos, segundo mostram os trabalhos de Pinho (2001), Santos *et al* (2013) e Souza *et al* (2014), é relatado e mapeado desde o fim da década de 1990. São, 20 anos de pesquisas que discutem as mesmas problemáticas que, além de ser um fator relevante na contaminação de corpos hídricos da BHRC (Souza *et al*, 2014), é também produtor de doenças na população (Figura 10). O que se discute atualmente é que as cidades que pertencem ao Comitê do Leste da Bahia (que inclui a BHRC) desenvolvam planos integrados de saneamento básico.



Figura 10 - A) Esgoto superficial em Itabuna; B) Logradouro recém saneado em Ibicarai.

Fonte: Atividade de campo em 06/2019.

Além de obras de encanamento de esgoto descontinuadas, como foi observado em Jussari, Itapé, Itabuna e Ilhéus, a ausência dessas também estimula a população a criar mecanismos de retenção do esgoto, que naturalmente são fossas, sejam essas sépticas ou rudimentares. Como exemplo, em Ilhéus (Figura 11), especificamente no distrito do "Salobrinho", é predominante o uso dessas fossas nos

domicílios, sendo destaque na paisagem dos arruamentos. Em trechos em que os corpos d'água são próximos, as populações ribeirinhas lançam diretamente o esgoto nos rios ou córregos, sendo essa atividade predominante em Itabuna (onde toda a vazão de esgoto é lançada no rio Cachoeira), Ilhéus, Ibicaraí e Itapé.



Figura 11 - A) Estrutura de fossa séptica em Salobrinho, Ilhéus; B) Obra de captação de esgoto interrompida em Floresta Azul. Fonte: Atividade de campo em 02/2019.

7.3. Uso da terra

O mapeamento de uso da terra mostrou, atualmente, que a paisagem da BHRC é composta 6 classes de uso (Tabela 10). Dada a escala de mapeamento de 1:50.000, foi possível identificar que a matriz dessa unidade é predominada por áreas de pastagens (agropecuária); segundo os dados disponíveis pelo SIDRA, houve um incremento de aproximadamente 39.000 cabeças de gado na área da BHRC entre os anos de 1990 e 2019, com destaque para os municípios de Itororó, Itapé e Itaju do Colônia, que em 2019 somam cerca de 140.000 cabeças de gado.

Com vegetação de Mata Atlântica, o processo de produção de cacau em cabruca (cultivo sob copa das árvores) foi predominante nessa região até a década de 1980, sobretudo nos municípios do baixo e médio curso. Após o fim da prosperidade da lavoura cacaueira, as pastagens surgiram como alternativa rentável, e o aumento de áreas de supressão vegetal têm sido acompanhados desde a década de 1990. Como exemplos, surgem os trabalhos de Harum *et al.* (2008), Rego *et al.* (2010), Silva *et al.* (2011), Lúcio *et al.* (2012) e Paula *et al.* (2012).

O trabalho pioneiro que correlacionou o aumento das pastagens, aumento dos níveis e erosão e a eventual perda de capacidade de retenção de água da

BHRC, foi publicado por Souza *et al.* (2010). Na pesquisa, o autor enfatiza que o processo histórico de alternância econômica e de uso da terra degradaram acentuadamente os mananciais da BHRC. Mais recentemente, a presença de cabruças e a manutenção desses sistemas agroflorestais também foi defendida por Mattos *et al.* (2019) numa pesquisa que trata sobre a produção de água da BHRC para o abastecimento da cidade de Itabuna. Atualmente, as cabruças representam apenas 21,1% da área de cobertura vegetal da BHRC (Tabela 10).

Tabela 10 – Classes de uso da terra da BHRC e suas dimensões.

Classes	2019	
	Hectares	%
Pastagem	338,826	77.69
Cabruca	91,484	21.1
Remanescentes Florestais	149	0.01
Urbana	2713	0.6
Mangue	232	0.05
Alagados	36.84	0.55
Total	433,441	100

Segundo Mattos *et al.* (2019) e Lopes *et al.* (2019), as cabruças estão em áreas com relevo movimentado, que seriam as serras regionais. Essa posição topográfica é o que explica, também, a presença de grandes manchas de produção de cacau no médio curso da BHRC. Já o predomínio das cabruças no baixo curso tem sua manutenção ligada a presença da CEPLAC, que é um órgão específico de incentivo à produção de cacau diverso em Itabuna e Ilhéus.

A presença “rarefeita de domicílios” pode ser traduzida pela ocorrência das áreas urbanas que, no total, ocupam apenas 0,6% do total da área da bacia hidrográfica. Observa-se na Figura 12 que o grande destaque é a mancha urbana de Itabuna. É possível visualizar também outras manchas de urbanização ao longo dos principais rios (Salgado e Colônia). As classes de Remanescentes Florestais são observadas pontualmente no baixo curso da BHRC, devido à presença de uma área de conservação municipal de Ilhéus. As classes de manguezal e áreas alagadas

também são identificadas no baixo curso. Entretanto, todas essas classes são insignificantes em relação ao tamanho das outras classes mapeadas.

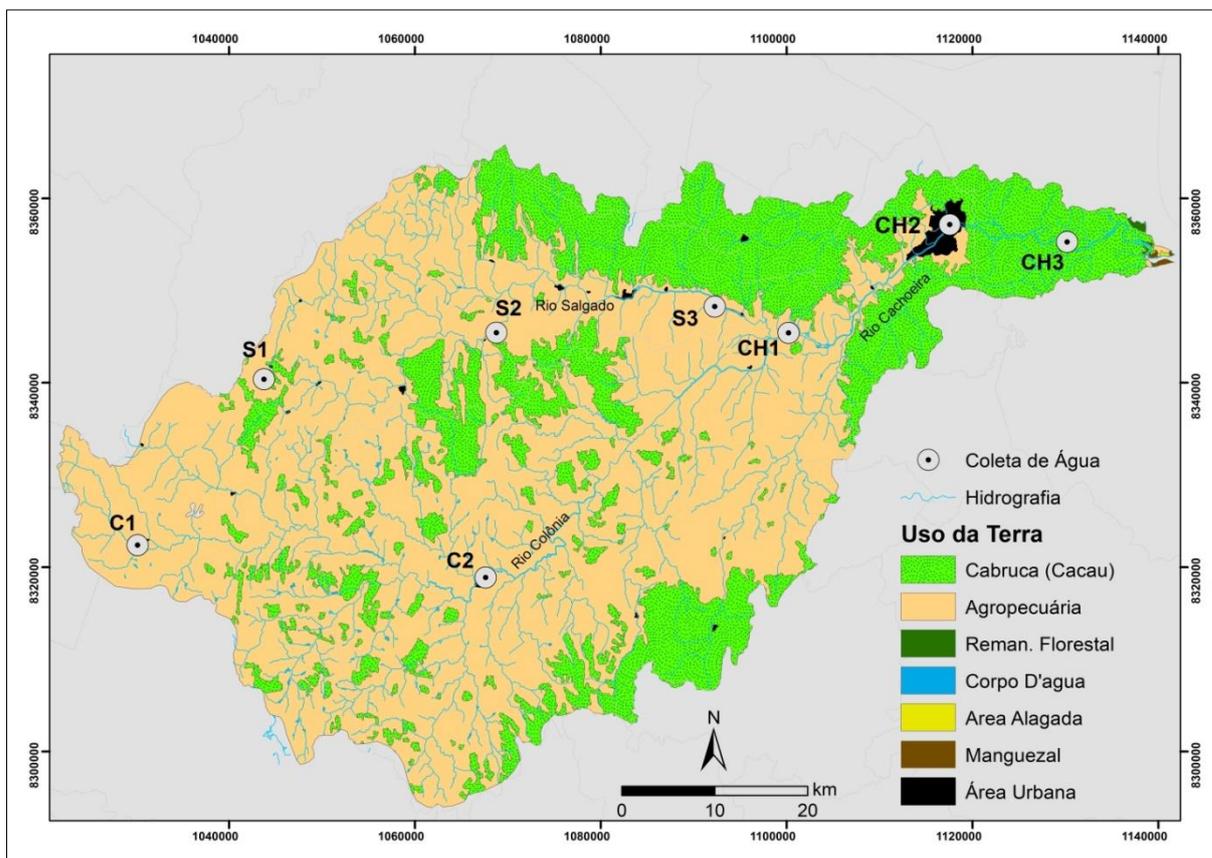


Figura 12 – Uso da terra na BHR.

Fonte: Elaborado pelo autor.

É comum nas cidades do médio e baixo curso uma relação direta entre a presença de pastagens, moradias e cabrukas, ou seja, no mesmo município, observa-se em campo que esses cenários são bastante próximos do cotidiano da população. Um exemplo, na cidade Barro Preto, são os trabalhadores que residem na cidade, mas seus negócios de plantações de cacau e criação de gado são limítrofes a suas moradias (Figura 13).

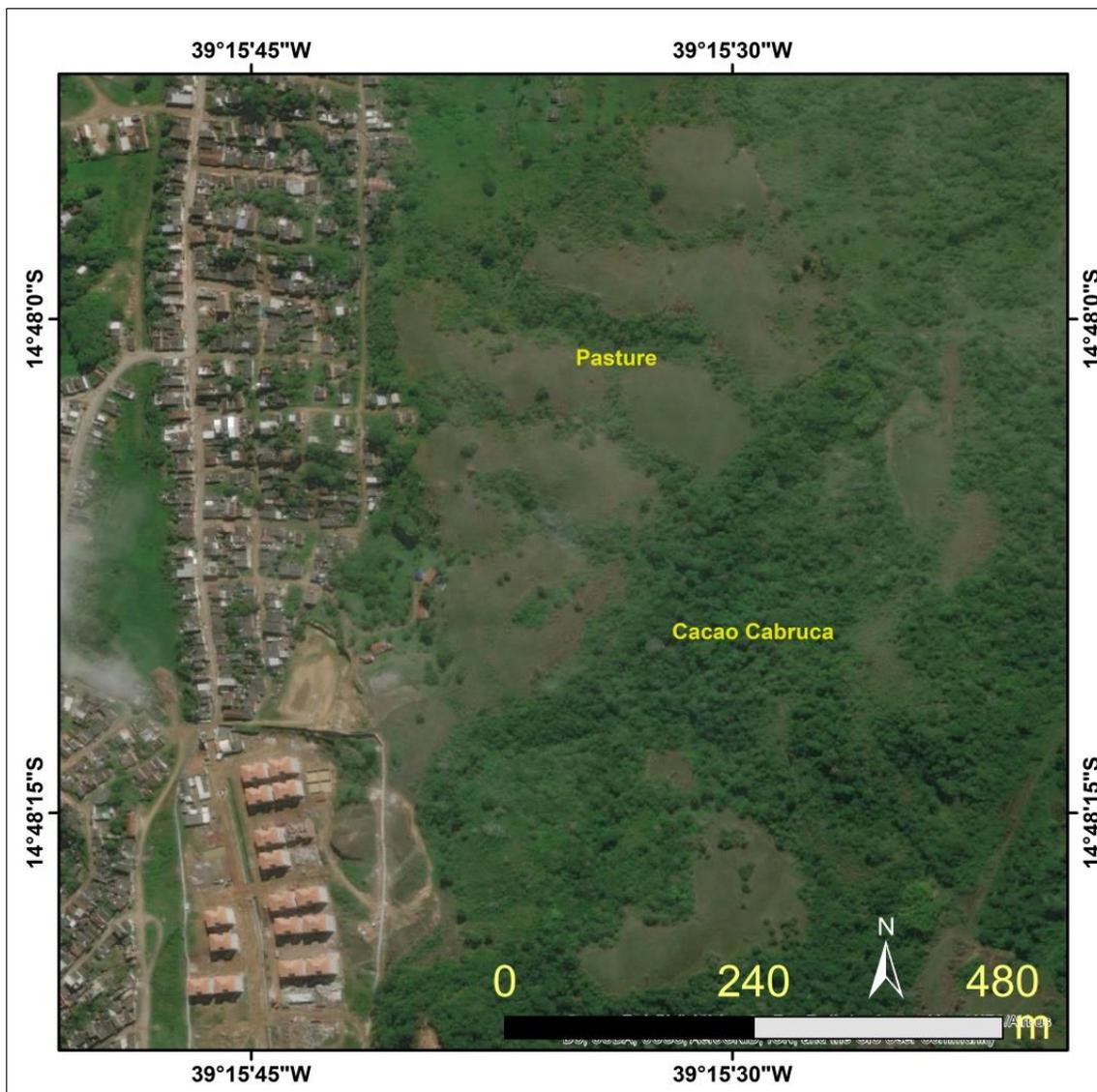


Figura 13– Diferentes classes de uso da terra no mesmo perímetro.
 Fonte: Esry Imagery.

Essa característica é resultante do processo de êxodo rural apontado anteriormente; o perfil dos trabalhadores oriundos do campo, mesmo tendo residência fixa nas cidades, é de trabalho que envolva aspectos rurais. O que pode ser identificado discutido é que a diminuição da produção de cacau tentou ser compensada, do ponto de vista de ganho financeiro para as famílias, com atividades agropastoris. Além dos valores de aumento das cabeças de gado segundo o SIDRA, Lopes *et al.* (2019) destaca que aproximadamente 20% da classe de pastagens no uso da terra entre os anos 2000 e 2018.

7.4. Qualidade da água

7.4.1. Valores gerais

O IQA para todos os pontos da BHRC demonstra uma variação de valores entre as classes Regular (36 - 51) e Boa (51 - 79). Os menores valores foram registrados nos pontos "C1", em Itororó, e "CH2", em Itabuna. O que certamente define esses valores é a localidade dos pontos, relativamente próximos a área urbana e com diversas influências de lançamentos de esgoto e efluentes industriais. Os melhores índices foram observados em Floresta Azul (66) e Ibicaraí (71), ambas as cidades por onde passa o afluente rio Salgado (Tabela 11).

Tabela 11– IQA para a BHRC.

Ponto	Rio	Localidades	Uso da Terra	IQA
C1	Colônia	Itororó	Urbano	40
C2	Colônia	Itaju do Colônia	Urbano	58
CH1	Cachoeira	Itapé	Urbano, pastagens	62
CH2	Cachoeira	Itabuna	Urbano	42
CH3	Cachoeira	Ilhéus	Cabruca	61
S1	Salgado	Firmino Alves	Pastagem	62
S2	Salgado	Floresta Azul	Urbano	66
S3	Salgado	Ibicaraí	Pastagem	71

Na Figura 14, a interpolação foi escolhida por representar espacialmente eventuais relações dos padrões de qualidade com a presença de cabruca, pastagens e cidades. Observa-se que, no médio curso próximo às áreas de cabruca ao norte do Rio Salgado, os pontos S2 e S3 demonstram valores de IQA com qualidade acima de 70. Em áreas urbanas, como Itabuna (CH2) e Itororó/Itapetinga (C1), o IQA ficou com valores próximos a 40. É possível perceber também a

atividade de “autodepuração” de efluentes da água, processo que também é observado por Lopes *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2008): após as localidades de Itororó e Itabuna (pontos C2 e CH3), a formação de leitos rochosos permite a entrada de oxigênio na água, o que altera a sua qualidade ao longo do curso do rio sentido o município de Ilhéus, em sua foz. Em aproximadamente 50 km entre o ponto S3 e a foz do rio Cachoeira é possível observar uma mudança no IQA, explicada pela mudança dos valores totais do índice e também pelos aspectos geográfica do uso da terra, conforme também aponta a pesquisa de Mattos *et al.* (2019).

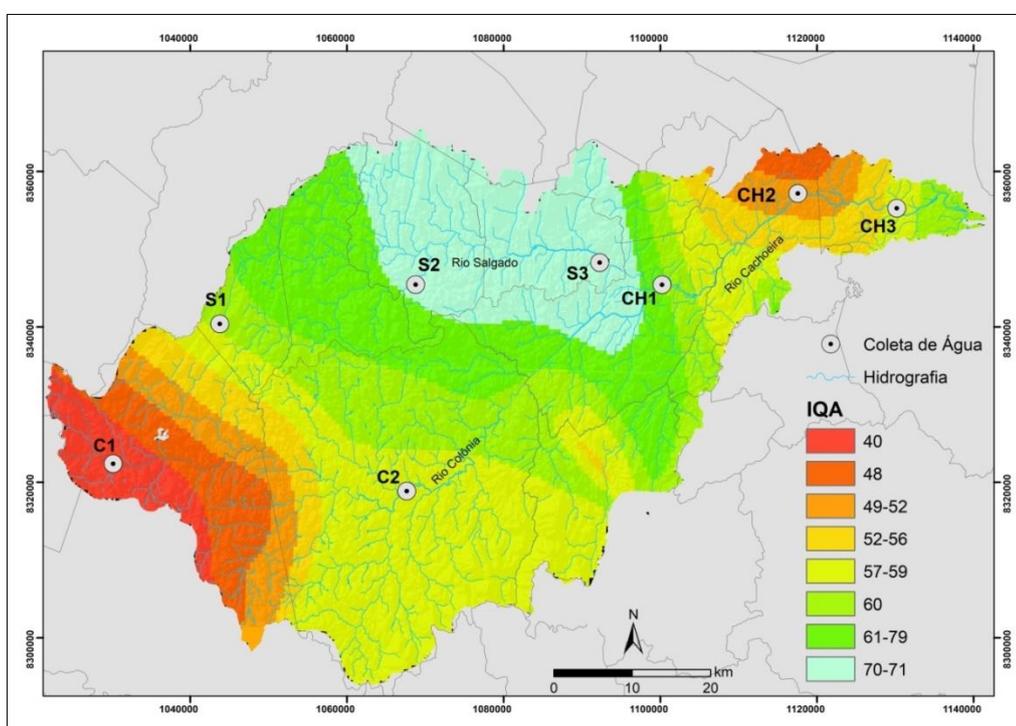


Figura 14 – IQA especializado na BHRM.

De forma geral, a amplitude de valores (40 > 71) demonstra um desafio para a gestão de águas para a BHRM, considerando que os cenários urbanos e rurais das cidades são heterogêneos no sentido de influenciar a qualidade e quantidade de água. É necessária uma visão sistêmica para propor soluções que mantenham os níveis de água para diluir os efluentes. Segundo Silva *et al.* (2016), as vazões nesses rios são de aproximadamente 700 l/s, mas que já foi superior a 1000 l/s quando os níveis de cobertura florestal ainda eram razoáveis.

7.4.2. Discussão por parâmetros

A tabela com os valores totais está no Anexo 3. Os valores acentuados de poluentes na água que classificam as localidades “C1” e “CH2” (Itororó e Itabuna, respectivamente) como pontos de IQA regular podem ser explicados pelos níveis, conforme as amostras de água, elevados de Nitrogênio (N), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes Termotolerantes e Sólidos Totais (ST). Cabe frisar que essas localidades apresentam os menores valores de IQA. O Nitrogênio (N) é determinado por sua cadeia de compostos que variam na coluna d'água. Os valores médios de 2,0mg/l no ponto C1 (rio Colônia), indica que possivelmente a presença do nitrogênio na forma de amônia (NH₃) indique a poluição hídrica em função do uso da terra regional ser predominado por pastagens nas zonas rurais de Itororó e Itajú do Colônia, e isso é notado tanto em períodos de chuva ou estiagem.

A presença elevada de Nitrogênio nesse cenário se dá pelo excremento contínuo de animais e lançamento de fertilizantes no solo e posteriormente na água. Já o ponto CH2, no rio Cachoeira, os elevados níveis de Nitrogênio podem ser explicados pela presença do mesmo na forma de NH₃ e também de Nitrato (NO₂); o ponto amostral está inserido próximo a zona urbana de Itabuna, maior cidade da BHRC. É contínuo o lançamento de efluentes industriais na área e em seu entorno, o que explica a presença de nitrogênio elevado quando comparado com os demais pontos de coleta de amostras de água da BHRC. O Nitrogênio, segundo Mattos *et al.* (2019) é o principal indicador de poluentes provenientes de atividades agrícolas que utilizam fertilizantes, dejetos animais e presença de indústrias.

Ainda observando os pontos C1 e CH2, os valores médios de 7,4 e 5,8 (mg/L) e STD 400 e 210 mg/l apontam também para uma perene poluição por parte de efluentes domésticos e rurais. O DBO elevado nos pontos C1 e CH2 indica um constante processo de aporte de matéria orgânica, seja por parte dos desejos naturais, animais ou humanos, acentuando processos naturais de eutrofização. Como a matriz da paisagem são as áreas de pastagens, naturalmente as vazões diminuídas dos corpos d'água não são suficientes para compor a diluição natural dos efluentes, fazendo com que a concentração de elementos na água seja acentuada em qualquer período ao longo do ano. Esse cenário também favorece a presença constante de elevados níveis de STD. Já os Coliformes Termotolerantes com média

de 370.000 UFC/ml no ponto CH2 (rio Cachoeira), indica o constante lançamento de esgoto sem tratamento e demais águas servidas diretamente nos rios e riachos próximos. Isso corrobora diretamente os dados de perfil de saneamento básico que indicam aproximadamente 20.000 domicílios na área urbana de Itabuna lançam seu esgoto no ambiente, o que força a capacidade de autodepuração dos rios (SANTOS e REGO, 2014).

Os melhores índices do IQA foram observados nos pontos S2 e S3, ambos no rio Salgado. Nessa localidade da BHRC, a presença de fragmentos de floresta ainda é presente, com destaque para as áreas elevadas. Essa configuração de paisagem diretamente disponibiliza, nesse trecho, um fluxo de água contínuo que favorece a diluição de poluentes na água. O ponto S2 está localizado imediatamente a cidade de Floresta Azul; os dados de saneamento levantados apontam que metade dos domicílios do município lançam seu esgoto no ambiente. Entretanto, os níveis de DBO de 1,2 mg/l e Nitrogênio 1,7 mg/l se mostraram bem reduzidos quando comparados aos pontos do rio Cachoeira, por exemplo. A produção de água em períodos de estiagem consegue manter um nível ecológico que não favorece intensos processos de eutrofização e saturação da água por STD.

Esse cenário hidrológico mencionado no S2 é similar também ao ponto S3; o ponto está localizado depois das cidades de Floresta Azul e Ibicarai e do distrito rural "KM41", com cerca de 500 domicílios. Os níveis de Nitrogênio demonstraram ser de baixa presença na coluna d'água, com 0,6 MG/L, assim como a DBO 1,1 mg/l. O não predomínio de pastagens na paisagem entorno a esses pontos indicam um baixo nível de poluição por parte de dejetos animais e fertilizantes. Os coliformes termotolerantes também apresentam valor reduzido de 1.100UFC/mL. A tese de doutorado de Santos (2016) que teve como área de estudo a bacia hidrográfica do rio Almada, que é limítrofe a BHRC, demonstra a importância da cobertura florestal em cenários de controle e diluição de efluentes na água. Ambas as bacias hidrográficas compartilham as áreas de vegetação ao redor dos pontos S2 e S3. Os valores de STD, que nesses pontos variaram entre 70 e 123 mg/l, também apresentou valor menor que 150 mg/l no ponto respectivo as áreas de cobertura florestal segundo os dados da tese de Santos (2016) e do trabalho de Santos e Rego (2014).

7.5. Compartimentação das análises

Após o levantamento os dados para a composição de uma leitura sistêmica, ou seja, uma integralização de todas as informações que compõem os resultados, é possível visualizar uma síntese apresentada no Quadro 5. A junção dos dados de qualidade da água, perfil de saneamento básico e uso da terra se revelam como indicador inicial de como mecanismos de gestão das águas da BHRC podem ser implementados. Processo de políticas públicas municipais para saneamento básico, reflorestamento, Pagamentos por Serviços Ambientais – PSA e precificação da água, são alguns dos exemplos que podem lançar mão da análise sistêmica proposta por essa pesquisa, observado a bacia hidrográfica por partes. O Quadro 5 também traz um esboço de como a relação dos atributos levantados e mapeados pode definir o grau de dificuldade (ou facilidade) para a gestão das águas nos cursos hidrográficos da BHRC.

Quadro 5 – Relação das variáveis antrópicas e qualidade da água para a gestão.

Curso da BHRC	Saneamento Básico	Uso da terra	IQA	Cenário para gestão de recursos
Alto – Itororó, Itapetinga e Firmino Alves	Regular	Pastagens predominantes	Regular, elevados níveis de DBO e Nitrogênio	Regular
Médio – Itajú do Colônia, Santa Cruz da Vitória, Floresta Azul, Ibicaraí, Itapé, Barro Preto e Jussari	Regular	Pastagens intercaladas com sistemas de Cabruças	Bom, baixos níveis de DBO e STD.	Regular
Baixo – Itabuna e Ilhéus	Ruim	Cabruças predominantes	Regular, elevados níveis de DBO e Coliformes Termotolerantes	Bom

Para os municípios do **alto curso** da BHRC, o grande desafio é implementar programas de reflorestamento ou pagamentos por serviços ambientais

– PSA's para mitigar os efeitos de predomínio das pastagens, que são os casos de Itororó e Firmino Alves. Como exemplo de sucesso, um programa de PSA Nascentes foi implementado nos municípios de Alagoinhas e Ibirapitanga, Sul da Bahia, através de orçamento da fonte primária das prefeituras; consistia num auxílio mensal para os produtores manterem as nascentes e APP's florestadas, com considerável ganho na produção de água a partir do segundo ano de implantação.

São vários os argumentos que justificam programas desse gênero, pois existem questões que, além do controle de ambientes de erosão e aumento das vazões, há um ganho social, que têm impacto direto inclusive na renda familiar e saneamento rural (IBIRAPITANGA, 2019). Aqui cabem também estímulos municipais para a criação de RPPN's. Toda essa conjuntura de políticas para reflorestamentos deve impactar positivamente a qualidade de água do alto curso, promovendo o seu IQA para níveis considerados "bons".

Para os municípios do **médio curso**, que apresentam uma qualidade de água considerada "boa", a mesma pode ser elevada a ótima através de políticas públicas municipais de saneamento básico. No sentido de produção de água, a presença de fragmentos florestais já auxilia na manutenção da vazão, com destaque para as cidades de Ibicaraí e Floresta Azul. Mas ainda assim é necessário um fortalecimento de cumprimentos da lei que envolvam os aspectos de reserva legal das propriedades rurais e APP's, já que há uma tendência regional de predomínio de pastagens, conforme observa também Mattos *et al.* (2019). Itaju do Colônia já apresenta essa matriz de paisagem. O desafio da gestão de águas nesse curso da BHRC é maior porque os programas e projetos que envolvem melhorias de saneamento básico passam por aprovações de planos de municipais de saneamento básico. Os mesmos são demorados, pois geralmente passam por processos longos de jurisprudência (desde a aprovação na câmara de vereadores até a fonte do recurso, que geralmente é federal). Como não há um consórcio municipal na região formado pelos municípios da BHRC, fica comprometido um plano de ação conjunta que compartilhem de uma mesma fonte de recursos para a finalidade de melhorias de acesso a água e esgoto. Fica a critério de cada município criar suas leis municipais, além de medidas de fiscalização.

Por fim, no **baixo curso**, mesmo com um perfil de saneamento básico ruim (devido à presença maior de domicílios sem rede de esgoto e grande

quantidade de fossas), a gestão das águas tende a ser positiva. As cidades de Ilhéus e Itabuna já detêm de aporte financeiro que podem intervir nos problemas que afetam a qualidade da água. As cidades já contam com planos municipais de saneamento básico, e já mensuram cenários de lançamento de esgotos domésticos e efluentes indústrias. A questão sanitária que envolve cerca de 30.000 domicílios que lançam seus esgotos no ambiente também já é discutida no âmbito do comitê de bacias do Leste, o qual inclui a BHRC. Ambas a cidade tem agentes fiscalizadores que, com seu devido incorporamento operacional (melhorias de estrutura de trabalho) podem ser o equilíbrio entre serviços econômico x qualidade ambiental.

Programas de reciclagem de resíduos, construção de fossas sépticas adequadas e incremento no tratamento de esgoto são os caminhos que podem adequar a qualidade da água do baixo curso. Mesmo com a predominância de cabruças, é importante a implementação de PSA's com foco em nascentes para que os demais municípios sejam estimulados. Além disso, a necessidade de mecanismos de gestão de qualidade de água deve conceber também a presença de um ambiente estuarino, já que os manguezais (Figura 15) de Ilhéus são classes especiais no arcabouço de APP's.

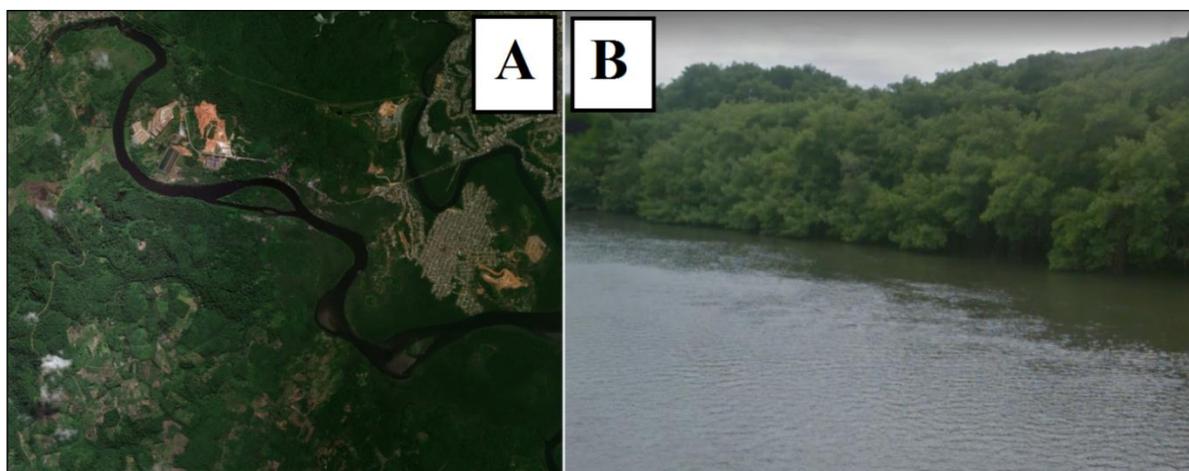


Figura 15 – A) Sinuosidade do rio Cachoeira no geossistema “UcSam”; B) Paisagem de manguezais no ambiente estuarino.

Fonte: Dados de pesquisa (2018).

7.6. Matriz de análise

7.6.1. Contextualização

Com os sistemas antrópicos e geossistemas identificados, as relações desses atributos os com recursos hídricos de uma bacia hidrográfica devem necessariamente passar por uma análise que envolvam abordagens da geografia e também de estudos da paisagem, com destaque para a ecologia de paisagem; isso porque o uso da água, em tese, só é discutido de forma completa quando o cenário de produção hídrica está enriquecido com dados sobre cobertura da terra e populações, no sentido da relação oferta/demanda.

Os principais trabalhos desde 2010 que tem como princípio a teoria geral dos sistemas utilizam, de forma metodológica, técnicas de métricas de paisagem no intuito de discutir as configurações de uso da terra e suas influências nos cenários naturais (BASTIAN *et al* 2012, BASTIAN *et al.* 2015, BURKHARD *et al.* 2012, GAGARINOVA e KOVALCHUK, 2010 e MUBAREKA, 2013). Por mais que sejam comuns que os trabalhos tenham enfoque para fauna e a flora, como Burckard *et al.* (2012), o pano de fundo das discussões sempre é a dimensão da demanda/disponibilidade de um recurso natural para o suprimento de determinada população. É nesse sentido que os impactos antropogênicos, que também é entendido como o produto dos sistemas antrópicos, são medidos e classificados. Seja com um mapa, uma matriz ou um modelo, a visualização das categorias de determinada paisagem em estudo permite-as subentender como “filhas” de cada processo ou função sistêmico.

7.6.2. BHRC, recursos hídricos e os serviços geossistêmicos

Trazendo esses elementos teóricos para o entendimento do cenário ambiental da BHRC, pode-se entender, de forma mais sintetizada, que um serviço geossistêmico (não é um neologismo) apresenta diferentes impactos na disponibilidade de água. De forma geral, o que se chama de serviço geossistêmico pode ser traduzido como determinada configuração de paisagem que apresenta seus particulares níveis de oferta de recursos ou energia, suprimindo uma demanda por parte de uma população humana; e nesse caso sobre uma ótica hídrica, ou seja, do quanto de disponibilidade de uso da água existe na rede de drenagem.

Segundo Burkhard *et al.* (2014), cada recorte que for delimitado através de uma relação sistêmica deve passar por avaliação da oferta daquele serviço ambiental, que cuidadosamente está colocado aqui como serviços geossistêmicos, com foco nos recursos hídricos da BHRC. Através dessa avaliação geográfica foi possível estimar o grau de relevância de cada sistema ambiental compartimentado através dos cursos da BHRC. Assim, finalmente quantifica-se as relações entre os sistemas naturais e sistemas antrópicos e os seus níveis de disponibilidade de água para a BHRC. Para a BHRC foi elaborada uma matriz de análise geossistêmica que congrega as seguintes informações:

- Nome dos geossistemas (definidos no tópico 3.3): UmSar, UmDar, UmDch, UmMlt, SumSar, SumSch, SumDch, UcAsm;
- O IQA;
- Uso da terra: Pastagem, Cabruca, Remanescentes Florestais, Área Urbana, Manguezal, Áreas Alagadas
- Informações para os Sistemas Antrópicos (saneamento): Número Total de Domicílios, Domicílios com abastecimento geral de água, Domicílios com abastecimento por poço de água, Domicílios com rede geral de esgoto, Domicílios com fossa séptica, Domicílios com fossa rudimentar, Domicílios com coleta de lixo.

Em uma escala de 0 a 5, os números do grau de relevância no interior da matriz significam o quanto determinado cruzamento de informações pode ofertar em termos de capacidade geográfica para os recursos hídricos. Os sistemas antrópicos, que são os diferentes tipos de uso da terra e saneamento são mostrados no eixo y. No eixo x, os geossistemas e a qualidade da água, que são atributos físicos, foram listados conforme sua posição no compartimento da bacia hidrográfica. Os números correspondem as respectivas relevâncias listadas abaixo:

- 0 = nenhuma relevância;
- 1 = relevância muito baixa;
- 2 = baixa relevância;
- 3 = relevância média;
- 4 = relevância alta;
- 5 = relevância muito alta.

Os dados devem ser observados na horizontal, partindo da dimensão do uso da terra e do saneamento. Por mais que a qualidade e quantidade de água pode ser observada também através dos elementos ambientais da bacia hidrográfica, especificamente pelos seus atributos físicos, é a paisagem que revela de forma fidedigna o quanto a configuração entre as classes de uso da terra e as atividades antrópicas influenciam na oferta do recurso hídrico. A questão central dessa pesquisa é respondida exatamente quando a leitura da paisagem da BHRC é realizada. Considerando o mesmo nível de importância entre os geossistemas e os sistemas antrópicos. Confira a matriz na Figura 16.

Quando o valor é zero, por exemplo, não há nenhuma oferta de serviços geossistêmicos no cruzamento dos atributos listados. Assim, o seu grau de relevância é nulo, já que a qualidade e a quantidade da água não têm nenhum benefício oriundo dessa conjuntura sistêmica. Para incrementar a análise na dimensão do uso da terra, houve o acréscimo de infraestruturas que estão diretamente relacionadas a qualidade e a quantidade da produção de água. Foram elas: presença de reservatórios, indústrias, matadouros, granjas, usinas de asfalto e lixões. A inserção dessas informações se torna importante porque grande parte dessas infraestruturas podem não ser detectadas através de leituras geográficas em escala regional. Assim o trabalho de campo em cada município e o reconhecimento de cada compartimento da BHRC permitiu compreender que existem influências além das identificadas no ambiente de Sistema de Informações Geográficas, análise de paisagem e consulta bibliográfica.

O empirismo para o levantamento e leitura desses dados é o que define a arbitrariedade utilizada para cada valor que está listado abaixo com suas respectivas explicações para sim chegar há uma justa quantificação entre cada cruzamento dos sistemas ambientais:

- Remanescentes Florestais de Mata Atlântica = 0,5 considerando a presença ou não;
- Floresta/cacau = 0,2,4 considerando a predominância no município;
- Agropecuária = 0,3 porque se não há, é vocação local para o não investimento;
- Área urbana = 0,2,4 porque o stress para a água (perda em dutos) existe; água cara;
- Áreas alagadas = 0,1 porque diversifica captação de água;
- Manguezais = 0,1 porque a presença danifica estruturas hídricas;
- Presença (P) de reservatórios = 0,2,4 a partir da dimensão e importância;
- Presença (P) de indústrias = 0,3 pois a presença é um ataque ao IQA;
- Presença (P) de matadouros = 0, 1, 3 pois a presença aumenta a DBO;
- Presença (P) de granjas = 0, 1 pois a presença aumenta a DBO;
- Presença (P) de lixões = 0,5 pois há produção de chorume no lençol/aquífero;
- Domicílios - Coleta de lixo = 0,1,3 porque abaixo de 80% é um valor que indica poluição;
- Domicílios - Abastecimento Geral de água = 0,1 porque o controle da distribuição é algo positivo;
- Domicílios - Abastecimento Poço de água = 0,2 porque há descontrole de nível de água;
- Domicílios - Rede geral esgoto = 0,2,4 porque é um dos principais atributos de poluição;
- Domicílios com fossa séptica = 0,1
- Domicílios com fossa rudimentar = 0,1
- Total de domicílios = 0,1,3 porcentagem em relação ao total (0-5,5.1-9.9,>10).

A análise da avaliação de oferta dos serviços geossistêmicos apresentou variação nos diferentes trechos da bacia hidrográfica: alto, médio e baixo curso, além de apresentar respostas distintas nos diferentes municípios.

O cuidado de atribuir o valor máximo do grau de relevância a determinada configuração na matriz faz-se necessário para evitar conclusões de que existe um benefício para os recursos hídricos onde na verdade não há. Do ponto de vista de uma boa produção de água, que é aquela que não vai impactar na elevação do custo do tratamento e bem como pode favorecer o seu uso na zona rural, os remanescentes florestais apresentam grau de relevância máximo **(5)**; todas as discussões que envolvem a produção de água com qualidade no Brasil, define que a floresta ombrófila (domínio Mata Atlântica) exerce papel fundamental na retenção da água oriunda da precipitação, na manutenção do lençol freático, no controle da erosão e no equilíbrio da demanda bioquímica de oxigênio. É uma classe de uso da terra especial, já que sua presença está relacionada a unidades de conservação, áreas de proteção permanente e reservas legais, sendo assim uma paisagem perene.

Como exemplo, isso explica porque municípios como Floresta Azul, Ibicaraí, Itapé e Barro Preto, que apresentam bom IQA na matriz, pois em seus limites têm áreas com remanescentes florestais no médio curso da BHRC, especificamente nos Geossistemas UmSar, UmDar e UmDch.

O mesmo grau de relevância máximo **(5)** foi atribuído a ausência de lixões. É uma prática comum entre 11 dos 12 municípios da BHRC, sendo apenas o município de Ilhéus (em sua área pertencente a BHRC) que desfruta da ausência de sistema arcaico de depósito de lixo. A presença de lixões é reconhecidamente um problema de elevada influência negativa na qualidade da água em seu entorno, em redutos de águas subterrâneas e principalmente superficiais. O Chorume, que é o nome do resíduo líquido do acúmulo de lixo urbano (matéria orgânica em putrefação), aumenta nocivamente a demanda bioquímica de oxigênio nos corpos d'água.

A presença do chorume altera todo ciclo do nitrogênio na água, isso é, as concentrações de nitrito, nitrato e amônia, proliferando de forma imediata a presença de “algas azuis” (cianobactérias). Isso encarece o tratamento da água por parte das empresas concessionárias do abastecimento público, e pior, impossibilita o uso

diverso nas zonas rurais. Isso é identificado, como exemplo, na cidade de Ibicaraí (CEAMA, 2015). Assim, a leitura da avaliação de oferta na linha “lixões” apresenta valor nulo nos geossistemas e cidades com esse serviço presente, e o grau de relevância máximo para os locais com sua ausência. Existe um sistema governamental de monitoramento de resíduos conhecido como o “observatório dos lixões”, que ratifica o problema da região informa-la políticas públicas de tratamento dos resíduos sólidos (Figura 17)

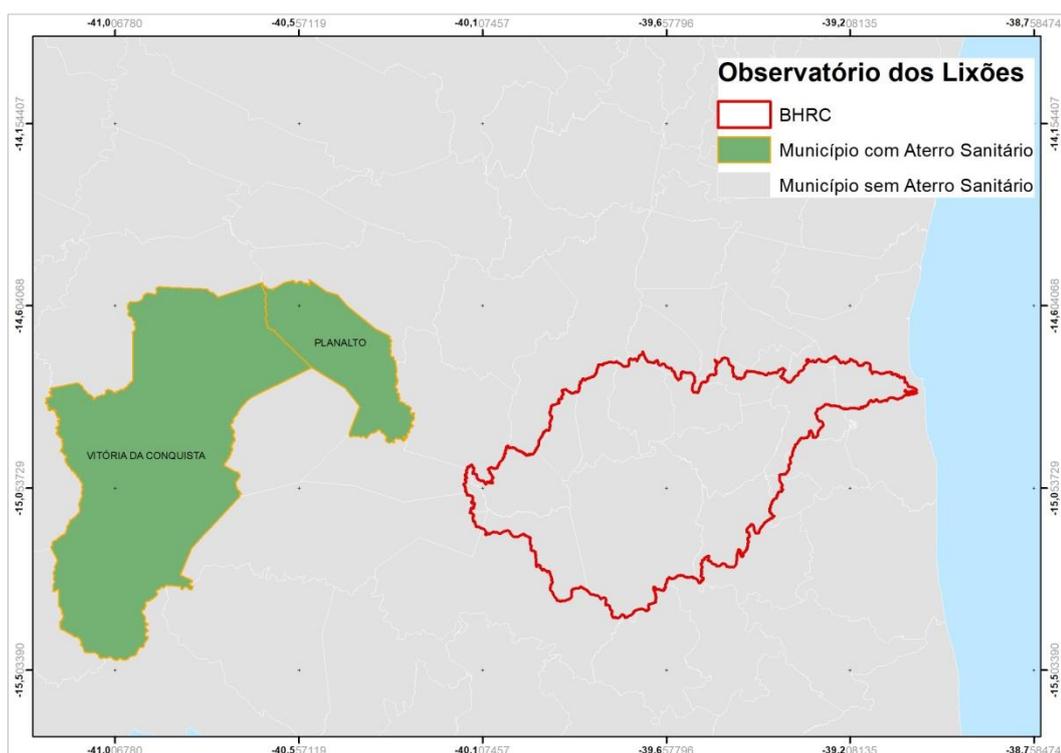


Figura 17 – Dados do *Observatório dos Lixões* com foco na BHRC.

Já o grau de relevância nível 4 foi definido para a presença de florestas em consórcio com a plantação de cacau (cabruca). Por mais que este sistema agrícola também favoreça uma boa produção de água, existe uma incerteza da continuidade dessa classe devido a possíveis alternâncias no uso da Terra em função da economia local. Assim, os produtores rurais podem dinamizar esse consórcio floresta/cacau com eventuais usos do tipo pastagens e cultivos diversos, isso com base no uso da terra Da BHRC e nos dados do SIDRA/IBGE.

As áreas urbanas na BHRC também trazem em seus históricos a presença de eventuais problemáticas relacionadas a captação, distribuição e consumo de água; quanto maior os elementos lineares que definem a presença de

domicílios, quadras, loteamentos edifícios, dentre outras estruturas, aumenta-se a probabilidade de haver elevados custos para os usuários. Sendo assim, os principais aglomerados são a cidade de Itabuna e Ilhéus, que nesse sentido receberam valor nulo, já que a suas respectivas presenças não oferecem nenhuma vantagem na leitura dos recursos hídricos.

O grau 4 foi atribuído aos cenários em que as áreas urbanas são estritamente menores quando comparadas com as cidades que receberam grau de relevância 2 e 0. Os elementos destaques dessa leitura geográfica podem ser à presença ou ausência de loteamentos, quilometragem de ruas asfaltadas, quilometragem de ruas pavimentadas com concreto armado, quilometragem de dutos, quilometragem de manilhas, dentre outros. Quanto mais consolidada com esses elementos, maior será a probabilidade da área urbana em apresentar influência dos poluentes volúveis, que são aqueles poluentes de origem difusas na cidade – seja devido a falhas no sistema de encanamento ou devido a falhas de conexão dos locais de captação contaminado por poluentes. Como exemplo, as cidades de Barro Preto, Jussari, Itapé e Itajú do Colônia.

O valor 4 também foi atribuído à presença de reservatórios, especificamente nas cidades de Itapé e Itaju do Colônia que foram beneficiados, a partir do ano de 2018, com reservatório no rio Colônia. Esse valor elevado demonstra importância pelo fato de que cenários de crise hídrica podem ser solucionados nessas localidades pela presença desse corpo d'água. O valor intermediário 2 foi indicado para as cidades que defende a existência de reservatórios pequena capacidade, e o grau nulo foi atribuído as cidades que não apresentam nenhum tipo de reservatório. Cidades como Firmino Alves (SumDch) e Itabuna (UmDar), não apresentam planos de conservação de nascentes e manutenção de canais de drenagem por historicamente não apresentar preocupação política para produção de água. Considerando que os recursos hídricos também são observados pela ótica da gestão, essa é uma configuração geográfica que não favorece uma positiva avaliação de oferta.

A outra linha de sistema antrópico que também recebeu grau de relevância 4 foi a quantificação dos domicílios que apresentam rede Geral de esgoto. Apenas o município de Itapetinga presente no Geossistema (SumDch) tem um valor correspondente acima de 90% dos domicílios com esgoto captado. Isso significa

que, a cada 10 casas, 9 não lançam as suas águas servidas diretamente no ambiente. O valor 4 é justificado pelo fato de que essas águas servidas são menos nocivas à poluentes quando comparadas a efluentes industriais (em Itabuna) e o chorume (Ibicaraí).

Segundo Santos e Rego (2014), existe na BHRC uma certa capacidade de autodepuração nos rios em função do leito rochoso, o que favorece com que a qualidade da água seja melhorada em determinados pontos, como nos municípios de Itaju do Colônia Ibicaraí Barro Preto. Destoante a esse cenário, os outros 11 municípios e respectivas geossistemas receber um grau nulo por apresentar um índice abaixo de 80% na captação de esgoto. Isso significa que um em cada cinco domicílios lança seu esgoto no ambiente por falta de rede de esgoto. Esse é um dos pontos que justificam estudos como o de Lopes *et al* (2020), que também trata da qualidade da água como resultado da antropização na BHRC.

Um destaque em relação a captação de esgoto: o município de Itororó não consegue recolher o esgoto de 70% dos domicílios, mas é o único que trata 100% o esgoto coletado, segundos os dados da EMBASA. Está localizado no alto curso, no geossistema SumDch. Todo o tratamento é realizado através de uma lagoa de estabilização e anaeróbica.

As atividades que envolvem agropecuária, definida na paisagem como áreas de pastagem, é o vetor econômico predominante em toda a BHRC. São 338.826 hectares o que corresponde a 77,69% da cobertura do uso da terra, além de que o SIDRA aponta cerca de 280.000 cabeças de gado. O grau de relevância para a presença de pastagens, atividade predominante nos altos e médios cursos da BHRC é nulo. Aspectos históricos que definiram essa atividade como principal economia para os municípios da região seguem em detrimento a qualidade da bacia hidrográfica. Estudos recentes como o de Matos *et al.* (2017; 2019), afirma que o principal problema relacionado à produção de água na BHRC é o uso da terra predominantemente de pastagens. Processos ambientais como controle de erosão, controle de nível de lençol freático e controle da biota aquática estão comprometidos em função da maciça retirada da vegetação (Mata Atlântica). Mesmo sendo uma região média acima de 1.000 mm de chuvas, abastecimento de água é ineficiente para suprir a demanda das populações locais. Seus processos naturais de retenção de água, o escoamento superficial é muito rápido após os períodos chuvosos, e a

falta de reservatórios de dimensões adequadas, soma para os problemas hídricos regionais. Assim apenas as cidades de Itabuna, Ilhéus, Jussari e Barro Preto (geossistemas UmMlt e UcAsm) receberam grau de relevância **3**. A explicação para esse valor está correlacionado com a presença de floresta/cacau, em função de eventuais alternâncias econômicas que podem ocorrer nesses municípios. Como exemplo, Landia *et al.* (2017) percebeu que áreas de cabruca foram substituídas por pastagens na última década.

O mesmo grau de relevância (**3**) foi atribuído ausência de indústrias, e a sua presença recebeu o valor nulo. Essas definições consideram sobretudo que apesar de emissões de poluentes oriundos das indústrias, as mesmas tem se mostrado parceiras ou parcialmente financiadoras de projetos de conservação de Nascentes na BHRC. Além disso, indústrias de maneira geral, detém de controle de qualidade e mecanismos para o tratamento de seus efluentes. As características gerais das “águas servidas industriais” são de poluentes inorgânicos, também considerados altamente nocivos aos corpos hídricos. Entretanto, comparando-os com o chorume dos lixões, esses poluentes são incluídos em processos de tratamento de esgotos por parte das concessionárias de água da região. Como exemplo, um curtume têxtil localizado na cidade de Itabuna tem como estruturas apêndices dezenas de tanques de decantação; essa mesma indústria financiou o reflorestamento de cerca de 500 mil mudas nos últimos 5 anos.

Os outros aspectos que também tiveram grau de relevância 3 foram a presença de matadouros os domicílios com coleta de lixo e o total de domicílios. Os Matadores são presentes em 9 municípios, mas especificamente em Itapé e Barro Preto o grau de relevância foi definido como 1 devido ao seu funcionamento apenas uma vez ao mês. O valor nulo para a presença dos Matadores nas outras cidades, é explicado pelos poluentes lançados dessa atividade que não são tão nocivos aos corpos d'água quando comparados aos chorumes oriundas dos lixões, mas que lança de forma concentrada rejeitos orgânicos de alta concentração.

Todos os municípios que apresentam acima de 70% de coleta de lixo nas residências receberam grau de relevância 3. Os municípios que não conseguem recolher até essa porcentagem receberam grau nulo, ou seja, significa que uma grande parte de sua população explicada por esses domicílios lança o seu lixo de forma desordenada no ambiente – e nesse contexto também estão presentes os

corpos d'água. Já o total de domicílios foi analisado na mesma perspectiva de que a linha que corresponde a "área urbana": a única cidade que apresentou um valor nulo, ou seja, uma situação de elevada "antropização" foi a cidade de Itabuna. Dos cerca de 103.000 domicílios somados para a BHRC, 61% está em Itabuna. A densidade de domicílios pode ser explicada pelos processos e favelização que historicamente são apontados como resultado direto do êxodo rural em função da perda de produção dos cacauais da região. Já os domicílios que não passaram de 3% do total receberam grau **3**, ou seja, do. De vista de estrutura Urbana e presença dessas casas, podem ser consideradas pouco relevantes para explicar eventuais cenários de poluição. O intermédio dessa situação que corresponde as cidades que apresentaram acima de 7% do total, receber um grau de relevância **1**.

A presença de áreas alagadas recebi o valor da sua ausência receber o valor nulo; a ocorrência de áreas alagadas pode em situações extremas servir como alternativa no abastecimento de água pontual. Mesmo pouco relevante é um serviço identificado nesse cenário de a sistemas. Já a presença de manguezais, recebe o valor nulo em função de que as suas características ambientais não favorecem a manutenção de estruturas de saneamento e distribuição de água, devido a elevados níveis de danos estruturais em ambientes de manguezal. Esse tipo de situação foi identificado apenas em Ilhéus, e os demais municípios por naturalmente não estarem no baixo curso não apresenta uma vez e receberam um grau de relevância mínimo, **1**. A presença de granjas e usinas de asfalto também receberam peso nulo já que são serviços que também lançam determinada carga de poluentes no ambiente e eventualmente têm níveis de poluição identificados. Na Perspectiva da dimensão desse impacto, ele não se apresenta como de grandes proporções, sendo assim a sua ausência em determinado município sistemas recebendo um valor mínimo de grau de relevância.

Análise para o total de domicílios com abastecimento Geral de água recebeu valor de relevância nulo nas cidades e nos geossistemas em que o valor não atingiu 80%. Isso porque uma em cada cinco casas apresenta uma eventual família que adquire a água através de algum serviço não catalogado, e assim, não é contemplado pelos mecanismos de gestão hídrica. A captação rudimentar de água em nascentes e poços artesianos, por exemplo, são alguns problemas que podem atingir ir à produção de água em escala local desencadear diminuição dos níveis de

produção de água ao longo dos canais de drenagem, que naturalmente pode atingir também os reservatórios e sistemas de captação de água para abastecimento público. Os municípios (e geossistemas) que têm acima de 80% receberam grau de relevância 1. O grau de relevância 1 também foi atribuída as cidades que apresentam uma porcentagem mínima de abastecimento de água por poço nos domicílios. Único grau de relevância com peso nulo foi atribuída a Barro Preto, cidade no médio curso (UmDar) que apresentou mais de 10% dos domicílios com captação de água em poços artesianos ou poços rudimentares (cacimbas). Para os homicídios com fossa séptica ou grau de relevância também foi atribuído para todos os cenários de geossistemas e cidades pois a porcentagem desse tipo de estrutura é praticamente inexistente. Mesmo para as fossas sépticas que são construídas com terminada a qualidade de estrutura há níveis de influência para o lençol freático.

As cidades que apresentaram cerca de 10% dos domicílios com fossa rudimentar receberam peso nulo, ou seja, é um cenário de poluição direta para os mananciais e eventuais corpos d'água. Em Ilhéus e Itapé (UmDar e UmMIt) por exemplo, há uma predominância desses domicílios em áreas ribeirinhas. A presença de fossas rudimentares nos domicílios é simplesmente o resultado da ausência de banheiros. O estudo de Rego *et al* no ano de 2016 revelou alguns pontos da BHRC com elevados níveis de concentração de hormônio estrogênio em corpos d'água; a discussão desse estudo considerou a ausência de banheiros em áreas ribeirinhas como uma variável. O grau de relevância 1 foi definido para os municípios que apresentam um bom controle dessa situação de vulnerabilidade social, entretanto, não é possível perceber se tem relação com políticas públicas de saneamento municipais ou não.

7.6.3. Soma de Atributos

No eixo Y existem a soma dos sistemas e a soma do índice de qualidade de água (IQA). É uma forma matricial de observar resultados que são oriundos do eixo X identificar o seu valor agregado dentro do total possível. Traduzindo: o grau de relevância 5, que é o valor máximo, poderia ser aplicado para cada um dos geossistemas (que são 8). No total, o valor de 40 é o valor correspondente na avaliação de oferta do serviço geossistêmico a partir daquela linha de uso da terra ou saneamento. No eixo dos geossistemas, o valor 20 é a soma total dos valores de

grau de relevância aplicados para os remanescentes florestais. Assim, a qualidade e quantidade de água tem 50% de benefícios considerando a presença desses remanescentes no cenário geográfico da BHRC. Quando comparado com os valores de avaliação da oferta para o sistema cacau cabruca, os remanescentes permanecem a frente, mas a cabruca também apresentou valor relevante. Já linha de áreas alagadas, que deteve a menor soma, promove uma oferta muito insignificante para a gestão dos recursos hídricos em qualquer curso da bacia em qualquer geossistema e praticamente em todos os municípios.

Já o eixo Y correspondente a soma do apresenta a soma total de 60. Diferentemente da Leitura baseada no geossistemas, o eixo Y para o IQA identifica que o a cabruca e predominância de pequenas áreas urbanas na BHRC são serviços que podem explicar os bons níveis de qualidade da água no médio curso da bacia hidrográfica, e respectivamente os valore regulares de IQA. A predominância de valores de relevância nulos em determinado eixo X de análise resulta em uma soma de baixo valor, que pôde ser observado para a presença de lixões e também para os domicílios com rede geral de esgoto. Assim, a soma do grau de relevância define que a avaliação de oferta, se depender desses dois atributos, será mínima, não oferecendo nenhum benefício (o benefício irrisório) para um bom nível de IQA.

7.6.4. Implicação para valoração dos recursos hídricos

As empresas municipais de água e saneamento da cidade de Itabuna, Itapetinga e a Empresa Baiana de Águas e Saneamento são os três órgãos presentes na BHRC. Os valores de R\$ 0,1 centavo por metro cúbico para captação e R\$ 0,7 centavos por kg de carga orgânica podem ser ajustados, a partir da equação do valor de cobrança (*base de cálculo x preço unitário x coeficientes*), definido coeficientes que balance a qualidade da oferta do recurso hídrico em determinado compartimento da bacia hidrográfica. Visualizar, por exemplo, que no médio curso da BHRC há uma predominância de atributos com alto grau de relevância, define que a oferta nesse compartimento é satisfatória, com a regulação de mecanismos hidrológicos identificados e bons níveis de qualidade da água. E essa conjuntura não devem influenciar no aumento do custo da água para o usuário final, considerando que os órgãos concessionários não terão custos no tratamento da água em comparação ao alto curso da BHRC, por exemplo.

A prática da Agência Nacional de águas de acrescentar em 5% o valor do preço de captação e de lançamento de carga orgânica por ano pode ser repensada, já que toda configuração geográfica (sistêmica) deixa muito claro que há um manter na qualidade ambiental que naturalmente prolonga bons níveis de potabilidade. Em contrapartida, nos municípios em que os geossistemas e sistemas antrópicos apontam relações geográficas que só tendem a diminuir a potabilidade da água, incremento de custos podem ser fundamentais para consolidar práticas e mecanismos de conservação de água. Assim, essa metodologia matricial pode-se tornar um “estado da arte” que compila propriedades geográficas no intuito de embasar eventuais alterações nos custos operacionais por parte da EMASA e EMBASA, e alterar o preço final da água nas cidades e zonas rurais da BHRC. Esse olhar para as características ambientais é uma tendência em qualquer tipo de serviço que necessite de equilíbrios ambientais.

Manter o custo de um R\$ 0,01 centavo para captação de água superficial no médio curso, elevar o valor anual em uma porcentagem próximo aos 5% (definida pela Agência Nacional de Águas) nas localidades do alto e médio curso são métricas de governança totalmente aceitáveis. De forma objetiva, isso se justifica a partir toda essa leitura sistêmica derivada da análise dos dados da matriz. Na Figura 19 abaixo, a linha verde significa média de células positivas na matriz correspondente a cada curso da BHRC. Já a linha maizena representa a média de células negativas.

Observa-se que na dimensão do IQA, o médio curso tem um elevado nível de células com valores positivos, significando que as políticas públicas e os mecanismos de governança para os recursos hídricos devem considerar que há cenários que favorecem uma boa produção de água nesse compartimento. Já no baixo curso da bacia hidrográfica, observamos na dimensão dos geossistemas que os cenários correlacionados não favorecem uma boa produção de água, sendo essa característica traduzida pelo número de células nulas maior do que o número de células positivas na matriz. Esse comportamento também foi observado para o IQA (Figura 19).

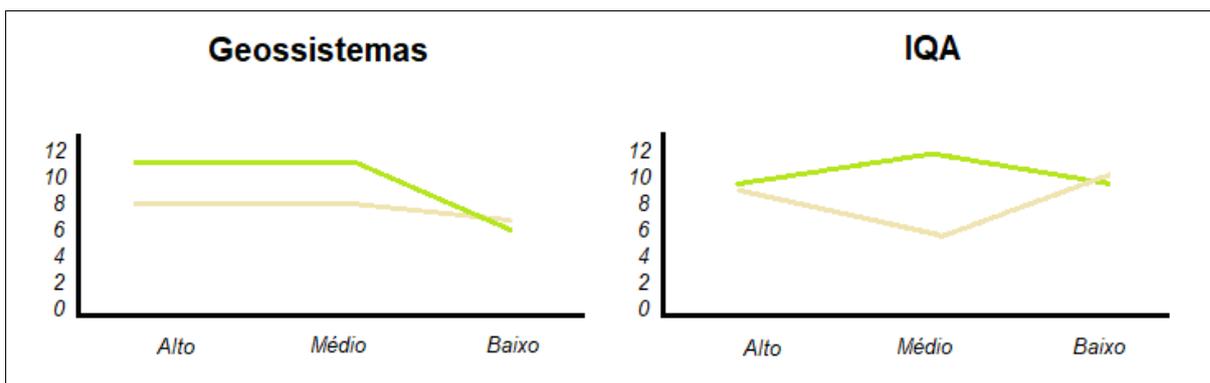


Figura 18 – Células **positivas** e **negativas** da matriz para cada curso.

No Sistemas de Informações Geográficas, todos os dados analisados por parte de algum órgão que utilizem a matriz de análise em suas de tomadas de decisões podem ser visualizados na forma de camadas. Com a organização de um banco de dados com todas as informações geográficas que compõem os resultados da matriz, as tomadas de decisão podem passar por avaliações criteriosas de zoneamento, possibilitando delimitações precisas para as políticas públicas. Seja através de consultorias privadas ou treinamentos de servidores, os municípios, órgãos de fiscalização e de gestão de cobrança de água devem compor seus dados geográficos e observar todo o cenário de cobrança e outorga a partir de uma perspectiva de planejamento integrado (Figura 19)

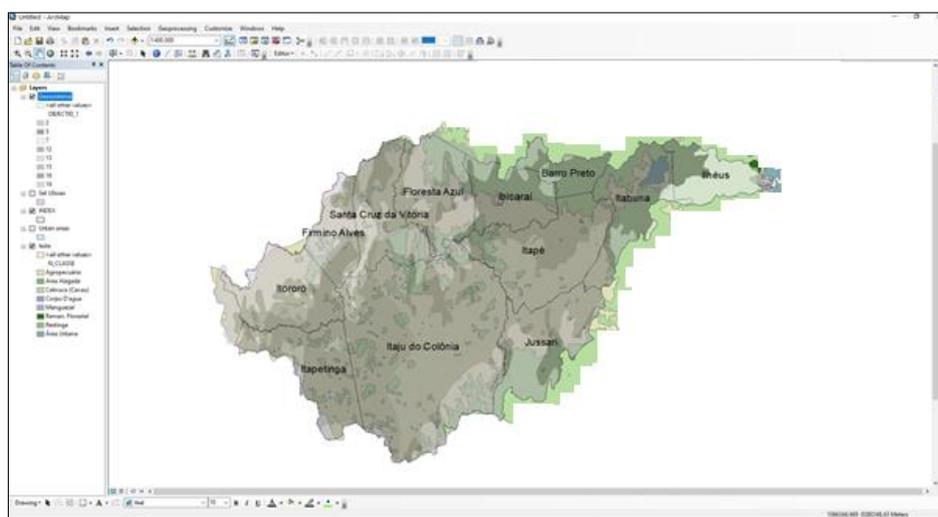


Figura 19 – Exemplo de sobreposição de dados que compuseram a matriz.

8. CONCLUSÕES

Inicialmente, um bojo dessa pesquisa traz a certeza que é possível fazer a gestão dos recursos hídricos de determinada bacia hidrográfica colocando em prática o exercício de consultar os sistemas ambientais discretizando o seus geossistemas e sistemas antrópicos.

Em relação ao processo de precificação da água em bacias hidrográficas, tendo como base a formulação metodológica apresentada nas atividades de cobrança pelo uso da água da Política Nacional de Recursos Hídricos, o mesmo, ainda que seja empregado de forma econômica, possibilita incrementos em sua estrutura que concebam características específicas de uma bacia hidrográfica, como os atributos ambientais (em resposta à pergunta central do texto). Para isso, fica evidente que a forma ideal é inventariar os atributos dos sistemas naturais, e em seguida definir a influência dos sistemas antrópicos na disponibilidade da água, quantificando-os através de valores arbitrados conforme seus níveis de alteração na qualidade e quantidade de água. Esse tipo de modelagem é uma forma de agregar aspectos geográficos que, por muitas vezes, são dificultosos no sentido de serem traduzidos para formas quantitativas e suas eventuais representações.

No que concerne ao preço da água em função das características geossistêmicas de determinada bacia hidrográfica, a inserção desses dados tende a subsidiar um preço melhor ajustado em função de sua qualidade, o que acarretaria numa eficaz gestão econômica, definindo preços coerentes para o uso da água de acordo com a qualidade da mesma. As tomadas de decisões considerando esses aspectos desencadeariam no Brasil a formulação de processos que modelam custos e benefícios no pagamento da água (sobretudo deliberada pelos CBH's); isso faria com que, ao longo uma série temporal de gestão de recursos hídricos, um banco de dados econômicos se consolidasse no Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Como a Política Nacional de Recursos Hídricos define 12 regiões geográficas no Brasil, a heterogeneidade dos geossistemas influenciando corpos de água seriam parâmetros observados e levados em conta em alternâncias do uso da água ao longo do tempo, em conformidade com cada peculiaridade geoambiental desses recortes hidrográficos.

Numa perspectiva de produção de água, os geossistemas “UmSar” e “SumSar” são fundamentais para manutenção dos níveis de vazão positivos ao longo do ano na bacia hidrográfica. Planos de recuperação de nascentes e efetivação de áreas de proteção permanentes podem visualizar, por exemplo, que além dos geossistemas supracitados, a manutenção do curso d’água deve auxiliar uma menor concentração de componentes orgânicos e inorgânicos, como o sódio e matéria orgânica, ao longo dos rios nos geossistemas “SumDch”, “UmDch”, “UmDar” e “UmMit”. São nessas áreas que se encontram boa parte dos pontos de captação de água bruta de cidades e distritos ao longo da bacia hidrográfica, bem como os sistemas de tratamento e distribuição de água. As informações hidrológicas discutidas ao longo dos resultados fazem parte de um levantamento bibliográfico que expõe os cenários hidrológicos da bacia. Para cada geossistema, observou-se que são dados congruentes e condizentes com o cenário natural da região, efetivando assim a capacidade de um diagnóstico de recursos hídricos através da abordagem sistêmica.

Ao longo dos cursos da bacia hidrográfica, as associações dos atributos do meio físico e suas relações com informações sobre a qualidade e quantidade de água demonstram que um estudo geossistêmico é eficaz no sentido de visualizar a influência dos sistemas naturais nos recursos hídricos de uma região, evidenciando a disponibilidade da água para determinados usos. Em alusão aos trabalhos de zoneamento que são comuns na ciência geográfica atual, delimitar fáceis de dinâmica entre os sistemas naturais, visualizando principalmente as heterogeneidades, se apresentam como uma alternativa para o planejamento de recursos hídricos. Para a área em estudo, as oito unidades geossistêmicas implicam na leitura dos caminhos que a água percorre, sofrendo diversas influências das características físico-químicas oriundas das paisagens.

No que concerne aos métodos de mapeamento da paisagem, representação e análise dos dados, observa-se que o uso dos Sistemas de Informação Geográfica é imprescindível nesse tipo de trabalho, pois possibilita gerar matrizes e legendas adequadas para os Geossistemas. Dessa forma, os layouts desse método se diferenciam das representações espaciais geradas em outras abordagens, pois a complexidade de visualizar os contornos dos atributos naturais, em geral, necessita de discretização de informações.

Essa pesquisa reforça, em mais um momento, que a gestão de bacias hidrográficas requer uma concepção sistêmica entre todas as dimensões de análise que a ciência geográfica detém atualmente, em especial a Geografia Física e ambiental. A ação da população e os cenários naturais de cobertura vegetal são exemplos de como ambos definem uma qualidade e disponibilidade de água.

A amplitude dos valores de qualidade de água demonstra que a BHRC é heterogênea em perfis de saneamento e uso da terra, o que se mostra de forma geral um desafio para o INEMA (órgão de gestão de água do estado), comitê de bacias do Leste e, sobretudo, as políticas públicas para a BHRC que venha surgir por parte de consórcios de municípios. Ainda que continue um predomínio de pastagens em médio e longo prazo, alternativas cinza (barragens, dutos, estações de tratamento de esgotos, dentre outros) podem ser somadas a alternativas verdes (reflorestamento e PSA) para um resultado de disponibilidade de água mais homogênea em todos os compartimentos da BHRC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEMA. **Revista ABEMA**. Revista da Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente. Maio de 2020. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/wpcontent/uploads/2020/05/Revista_ABEMA_Maio_2020.pdf. Acesso em: 01/01/2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2019^a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Cobrança pelo uso dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2019b.

ALMEIDA, A. O. COELHO, P. A. SANTOS, J. T. A. FERRAZ, N. R. Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 6, p. 110-120, 2006.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

AMORIM, R. R. A representação de mapas de paisagens na escala regional: o exemplo da Região Costa do Descobrimento (Bahia). **Revista da ANPEGE**, v. 12, p. 245-280, 2016.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, vol. 13, p. 80 – 101. 2012.

AMORIM, R. R. REIS, C. H. FERREIRA, C. Mapeamento dos geossistemas e dos sistemas antrópicos como subsídio ao estudo de áreas com riscos a inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro – Brasil). **Territorium**, v. 24, p. 89-114. 2017.

AMORIM, R. R. OLIVEIRA, R. C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & natureza**, v. 20, p. 177-198, 2008.

AMORIM, R. R. OLIVEIRA, R. C. Zoneamento ambiental, subsídio ao planejamento no uso e ocupação das terras da costa do descobrimento. **Mercator**, v. 12, p. 211 – 231, 2013.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos**. 2011.

ARAUJO, T. G. SOUZA, M. F. L. MELLO, W. Z., SILVA, D. M. L. Bulk Atmospheric Deposition of Major Ions and Dissolved Organic Nitrogen in the Lower Course of a Tropical River Basin, Southern Bahia, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 8, p.1692–1701, 2015.

BANDEIRA, T. V.; OLIVEIRA, I. P. A transformação na paisagem causada pela atividade mineradora na Serra da Monguba/ CE. **REGNE**, v. 2, n° especial, p. 1221-1230. 2016.

BARBOSA, I. R.; RUANA, C. B. G.; SANTANA, R.L. Mapa da vulnerabilidade social do município de Natal-RN em nível de setor censitário. **Journal of Human Growth and Development**. Vol. 29, n. 1, p.48-56. 2019.

BARTH, F. T. POMPEU, C. T. Fundamentos para a gestão de recursos hídricos. In: BARTH, F. T. (et al) (org) **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel/ABRH, 1-91p. 1987.

BASSO, E. R.; CARVALHO, S. L. Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira (SP). **Holos Environment**, v. 7, n. 1, p. 16-29, 2019.

BASTIAN, O. GRUNEWALD, K. SYRBE, R. U. Space and time aspects of ecosystem services, using the example of the EU Water Framework Directive. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, vol. 8, n. 1-2, p. 5-16, 2012.

BASTIAN, O. GRUNEWALD, K. KHOROSHEV, A. V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. **Landscape ecology**, vol. 30, n. 7, p. 1145 – 1164, 2015.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Global. Esboço metodológico. São Paulo: Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. **Cadernos de Ciências da Terra.**, v. 13, p. 1-27. 1971.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, vol. 1, 2006.

BURKHARD, B.; DE GROOT, R.; COSTANZA, R. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. **Ecological Indicators**, v. 21, p. 1-6, 2012.

BURKHARD, B.; KANDZIORA, M.; HOU, Y. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands Concepts for Spatial Localization, Indication and Quantification. **Landscape online**, v. 34, p.332-240, 2014.

CAMPOS, D. O. Zoneamento Geohidroecológico como proposta de análise integrada da paisagem de bacias hidrográficas. 2014. 109p. **Tese**. (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2014.

CAMPOS, M. C. C. MONTANARI, R. MARQUES JÚNIOR, J. PEREIRA, G. T. SOUZA, Z. M. Caracterização de Argissolos em diferentes segmentos de vertente na região de Jaboticabal, SP. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, p. 251-259, 2012.

CARPI Jr., S. **Mapeamento de riscos ambientais e planejamento participativo em bacias hidrográficas**: o caso do Manancial Rio Santo Anastácio – SP. Presidente Prudente: FCT – UNESP, 2011.

CARVALHO, M. R. S. As cidades de caniço: um olhar sobre os assentamentos informais em Moçambique a partir da cidade de Maputo. **Kwanissa: Revista de Estudos Africanos e Afro-Brasileiros**, v. 2, n. 3, 2019.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia das paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

CEAMA. Ministério Público. Núcleo de Defesa do Rio Paraguaçu. **Ação Civil Pública Resíduos Sólidos – Lixão Ibicaraí**. 2015 Disponível em: <http://www.ceama.mp.ba.gov.br/boletim-informativo/cat_view/1731-saneamento/1770-residuos-solidos/1923-lixao-ibicarai.html>.

CHAUSSÊ, T. C. C. BRANDÃO, C. S. SILVA, L. P. SPANGHERO, P. E. S. F. SILVA, D. M. L. Evaluation of nutrients and major ions in streams-implications of different timescale procedures. **Environmental monitoring and assessment**, v. 188, p. 38, 2016.

COSTA, C. C. GUILHOTO, J.J.M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 1, n. 1, 2015.

COSTA, E. N. D. SOUZA, J. C. ANDRADE, M. SOUZA, M. F. L. SOUZA, W. F. L. SILVA, D. M. L. Influence of hydrological pathways on dissolved organic carbon fluxes in tropical streams. **Ecology and Evolution**, v. 7, p. 228-239, 2017.

CRUZ, G. C. Programas públicos e água para agricultores dos gerais de Januária, norte de Minas Gerais. **Anais PPAAJ**, p. 1-5. 2019.

DAMAZIO, S. M. LIMA, M. D. S. SOARES, A. R. SOUZA, M. A. A. D. Intestinal parasites in a quilombola community of the Northern State of Espírito Santo, Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 55, n. 3, p. 179-183, 2013.

EMBRAPA, SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

EVANS, D. A. D. HEAMAN, L. M. TRINDADE, R. I. F. Baddeleyite ages from Neoproterozoic mafic dykes in Bahia, Brazil, and their paleomagnetic/paleogeographic implications Meeting of the Americas. **Eos Transactions**, v. 91, p. 26-40. 2010.

FANTINATTI, P. A. P. ZUFFO, A. C. FERRÃO, A.M.A. Water governance in the state of Sao Paulo, Brazil: first perceptions and further reflections. **Sinergia**, vol. 16, p. 146-153, 2015.

FIGUEIREDO A. F. REGO, N. A. C. Risco de Salinização dos Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia – Sudeste da Bahia/Brasil. **Engevista**, vol. 10, p. 15-26, 2008.

FONTENELLE, T. H. CORRÊA, W. B. Urbanização efetiva e densidade de domicílios na Região Oceânica de Niterói (RJ) entre 1976 e 2010. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 45, 2013.

FOREST-GIS. **Geodatabase elaborado pela Forest-GIS com dezenas de layers úteis para elaboração de mapas e análises no dia a dia do analista GIS**. Shapefiles diversos. Disponível em: <http://processamentodigital.com.br>. Acesso em Junho de 2017.

FRANCO, G. B.; MARQUES, E. A. G.; GOMES, R. L.; CHAGAS, C. S.; SOUZA, C. M. P.; BETIM, L. S. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Almada – Bahia. **Revista de Geografia**, v. 28, p. 187-205, 2011.

FUNASA. **Manual prático de análise de água**. 4ª Edição. Brasília, 2013.

FURLAN, A. MURARA, P. Análise de risco a partir do setor censitário na área urbana de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. **GOT, Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, n. 13, p. 177-201, 2018.

GAGARINOVA, O. V. KOVALCHUK, O. A. Assessment of anthropogenic impacts on landscape hydrological complexes. **Geographical and Natural Resources**, n.31,p. 291–295, 2010.

GUADAGNIN, F. CHEMALE, F. J. MAGALHÃES, A.J.C. Age constraints on crystal-tuff from the Espinhaço Supergroup — Insight into the Paleoproterozoic to Mesoproterozoic intracratonic basin cycles of the Congo-São Francisco Craton. **Gondwana Research**, v. 27, p. 363-376, 2015.

GUEDES, D. R. C. DINIZ, M. T. M. Zoneamento Geoambiental e Unidades da Paisagem: os casos dos estados de Ceará e Rio Grande do Norte. **REGNE**, v. 2, Nº Especial. P. 864-874 2016.

HARFUCH, C. A. C. OLIVEIRA, F. R. DE MEIRA, B. R. SANTOS C. G. Qualidade da água no trecho superior da bacia do rio Pirapó: um rio urbano no sul do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, vol. 8, n. 2, 513-538. 2019.

HARUM, T. SACCO, P. REGO, N. A. C. DE PAULA, F. C. F. DOS SANTOS, J. W. B. Modelos de vulnerabilidade hidrológica para a bacia hidrográfica do rio Cachoeira (Bahia) utilizando sistemas de informações geográficas. **Gaia Scientia**, vol. 2, p. 89 – 95, 2008.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 7, p. 75-95, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em 12/06/2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeções da População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados>. Acesso em 12/01/2021.

IBIRAPITANGA. Prefeitura Municipal de Ibirapitanga. **Diário Oficial do Município**. Sexta-feira, 11 de Outubro de 2019. Nº 2111.

KELMAN, J. RAMOS, M. Custo, valor e preço da água utilizada na agricultura. **Revista REGA**, vol. 2, p. 39-48, 2005.

KOPPEN, W. **Das Geographische System der Klimate**. In: KOPPEN, W. GEIGER, R. (eds.): *Handbuch der Klimatologie*.– Gebruder Borntrager. Berlin, p. 1–44, 1936.

LEAL, A. C. Gestão das águas e planejamento ambiental na UGRH Paranapanema – Brasil: estudos e desafios. **Revista Geonorte**, vol. 4, p. 220 – 238. 2012.

LOPES, F. B. SANTOS T. A. ANDRADE, E. M. NASCIMENTO A. D. ARAÚJO, L. D. F. P. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e Geoprocessamento. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 39, n.3, p. 392-402. 2008.

LOPES, O.F. SOUSA, R. M. ROCHA, R. M., AMORIM, D. M. L. Comparison between water quality indices in watersheds of the Southern Bahia (Brazil) with different land use. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-16, 2020.

LUCIO, M. Z. T. SANTOS, S. S. SILVA, D. M. L. Hydrochemistry of Cachoeira river (Bahia State, Brazil). **Acta Limnológica Brasiliensia**, vol. 24, p. 181-192, 2012. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2012005000037>.

MAGALHAES, A. J. C. SCHERER, C. M. S. RAJAGABAGLIA, G. P. Mesoproterozoic delta systems of the Açuruá Formation, Chapada Diamantina. **Precambrian Research**, v. 257, p. 1–21, 2015.

MAIA, P. H. P. CRUZ, M. J. M. SAMPAIO, M. C. Zoneamento dos aquíferos do estado da Bahia. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, p. 45-52, 2009.

MALAGODI, C.C. PELOGGIA, A. U. G. Vulnerabilidade e risco em um assentamento urbano na planície de inundação do rio Tietê no município de São Paulo (SP). **Revista do Instituto Geológico**, vol. 36, p. 47-60. 2016.

MARQUES NETO, R. OLIVEIRA, G. RODRIGUES, E. OLIVEIRA, A. Geossistemas: interpretação e aplicação de um conceito para uma proposta de zoneamento ambiental na Bacia do rio Paraibuna, zona da mata mineira. **Caminhos de Geografia**, vol. 18, p. 90-109, 2017.

MATTOS, J.B. SILVA, K. B. Aplicação de mapas auto-organizáveis e SIG: análise espacial da hidroquímica dos aquíferos em uma média cidade brasileira. **Águas Subterrâneas**, vol. 33, n. 2, p. 210-220, 2019.

MATTOS, J. B. SILVA, K. B. DA SILVA, R. J. ALMEIDA, T. H. M. PÓVOAS, H. S. S. SILVA, P. V. R. Natural factors or environmental neglect? Understanding the dilemma of a water crisis in a scenario of water plenty. **Land Use Policy**, vol. 82, p. 509-517. 2019.

MATTOS, J. B. SILVA, K. B. LIMA, J. M. OLIVEIRA, L. A. Zoning of the use and quality of groundwater as a subsidy for the management of water resources: The case of the municipality of Lençóis, Bahia, Northeastern Brazil. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, vol. 7, p. 40 – 49. 2017.

MELFI, A. J. Biogeochemistry of an Amazonian podzol-ferralsol soil system with white kaolin. **Biogeosciences**, v. 9, p. 3705-3720, 2012.

MERTEN, G. H. MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, vol. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MOTTA, R. S. **Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil**. 1998.

MUBAREKA, S. Estimation of water requirements by livestock in Europe. **Ecosystem Services**, v. 4, p. 139-145, 2013.

NASCIMENTO, R. D. A. L. ALVES, M. H. M. FREITAS, J. H. E. MANHKE, L. C. LUNA, M. A. C., SANTANA, K. V. SILVA, C. A. A. Aproveitamento da água de maceração de milho para produção de compostos bioativos por *Aspergillus Niger* (UCP/WFCC 1261). **E-xacta**, vol. 8, n. 1, p. 15-29. 2015.

NEVES, O. S. C. SOUZA, A. S. COSTA, M. A. ALMEIDA SOUSA, L., VIANA, A. E. S. NEVES, V. B. F. Persistência do cianeto e estabilização do pH em manipueira. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, vol. 8, p. 1–12, 2014.

PAULA, F. C. F. SILVA, D. M. L. SOUZA, C. M. Tipologias Hidroquímicas das Bacias Hidrográficas do Leste da Bahia. **Revista Virtual de Química**, vol. 4, p. 365-373, 2012.

PINHO, A. G. Estudo da qualidade das águas do Rio Cachoeira–Região Sul da Bahia. Ilhéus: PRODEMA/UESC (**Dissertação de Mestrado**), 2001.

PEDREIRA, A. J. WAELE, B. Contemporaneous evolution of the Palaeoproterozoic–Mesoproterozoic sedimentary basins of the São Francisco – Congo Craton. **Geological Society Special Publications**, v. 294, p. 33 – 48, 2008.

PEDREIRA, A. J. Sistemas Depositionais da Chapada Diamantina Centro-Oriental, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo-SP, v. 27, p. 229 – 240, 1997.

RAMOS, M. Gestão de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso da Água. **Publicação periódica da EBAP, Fundação Getúlio Vargas**, vol.5, p. 13 – 28, 2007.

REGO, N. A. C.; SANTOS, J. W. B.; TEIXEIRA, A. Estudos Quali-quantitativos da Condutividade Elétrica das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira-Sul da Bahia. **Série Águas da Bahia**, vol. 3, p. 65-76, 2010.

REGO, N. A. C. BARROS, S. R. SANTOS, J. W. B. D. Avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na lagoa encantada, Ilhéus, Bahia, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 4, p. 55-69, 2010.

RIBEIRO, W.C. **Geografia política da água**. Annablume Editora, 2008.

RIOS, L. CUTOLO, S. A., GIATTI, L. L. CASTRO, M. ROCHA, A. A. TOLEDO, R. F. SANTOS, J. G. Prevalência de parasitos intestinais e aspectos socioambientais em comunidade indígena no Distrito de Iauaretê, Município de São Gabriel da Cachoeira (AM), Brasil. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 2, p. 76-86, 2007.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição para estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, vol. 14, p. 60-77. 2001.

RODRIGUEZ, J. M. M. SILVA, E. V. CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza, Editora UFC, 2004.

SANTOS, A. A. GOMES, R. L. REGO, N. A. C. Avaliação da aplicação de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, sul da Bahia. **REGA**, vol. 8, no. 2, p. 5-18, 2011.

SANTOS, G. P. Estrogênios na Bacia Hidrográfica do Rio Verruga (BA): Presença, Concentração e Degradação. 2016. Tese (Doutorado em ProdeMa) – Universidade Estadual de Santa Cruz.

SANTOS, J. S. SOUZA, F. M. SANTOS, M. L.P. Distribuição de Zn, Pb, Ni, Cu, Mn e Fe nas frações do sedimento superficial do Rio Cachoeira na região sul da Bahia, Brasil. **Quim. Nova**, vol. 36, n. 2, p. S1-S2, 2013.

SANTOS, J. W. B. REGO, N. A. C. Simulação da capacidade de autodepuração em diferentes cenários de vazão de um trecho do rio cachoeira, sul da Bahia. In: XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014, Natal. **Anais XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2014.

SANTOS, J. W. B. PAULA, F. C. F. REGO, N. A. C. Tipologia fluvial da bacia hidrográfica do Rio Salgado, sul da Bahia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol. 13, p. 217-226, 2008.

SANTOS, M. **Economia espacial: críticas e alternativas**, HUCITEC, São Paulo, 1978.

SARAIVA, F. Considerações acerca da pesquisa em Geografia Física aplicada ao planejamento ambiental a partir de uma perspectiva sistêmica. **RA'E GA: o espaço geográfico em análise**, nº 9, p. 83 – 93, 2005.

SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Mapas digitalizados do Estado da Bahia**: base de dados. Salvador: SEI. (CD-ROM). 2004.

SETTI, A. A. LIMA, J. E. F. W. CHAVES, A. G. M. PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2.^a ed. Brasília: Agência Nacional de Águas/Agência Nacional de Energia Elétrica/Organização Meteorológica Mundial, 2000.

SILVA, D. M. P. CAMPOS, M. C. C. ALHO, L. C. CUNHA, J. M. PAULA NETO, P. Variação espacial da estabilidade dos agregados e estoque de carbono em área de terra preta arqueológica sob cultivo de cacau. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, p. 179-187, 2016.

SILVA, K. B. Caracterização das bacias dos Rios Colônia, Salgado e Cachoeira e suas contribuições para estudos de confluências. 2016. 86p. (**Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente**), Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2016.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. Obtenção de densidade de drenagem para subsídio a precipitação da água na Bacia Hidrográfica Do Rio Salitre – Ba. **Anais: XXII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos**, Florianópolis. 2017.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. MATTOS, J. B. Aspectos físicos da bacia hidrográfica do rio Salitre: análise a partir de uma abordagem geossistêmica. **ACTA geográfica**. Vol 10, p.11-15. 2018.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. REGO, N. A. C. A representação dos geossistemas com ênfase no estudo dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Brasil. **Caminhos de Geografia**, 19(67), 54-67. 2018.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. REGO, N.A.C. Mecanismos de precipitação de recurso hídrico: uma perspectiva geossistêmica. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 69, p. 36-48, 2019.

SILVA, K. B. REGO, N. A. C. SANTOS, J. W. B. COSTA, P. A. D. Identification of urban heat islands as a subsidy for creation of green areas. **Gaia Scientia**, vol. 10, p. 209-222, 2016.

SILVA, K. B. REGO, N. A. C. SANTOS, J. W. B. Confluência de e rios e suas contribuições para estudos em Bacias Hidrográficas: Estudo de Caso em Rios da Região do Sul Da Bahia. **Revista Geografar**, vol. 14, n. 1, p. 170-187, 2019.

SILVA, V. A. MOREAU, M. S. MOREAU, A.M. S. S. REGO, N.A.C. Uso da terra e perda de solo na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia, Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol. 15, p. 310-315. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000300013>.

SOARES, J. P. R. AQUINO C. M. S. Systemic analysis: theoretical contribution methodology and applications in the state of Piauí, Brazil. **ACTA Geográfica**, v. 6, p. 239 – 255, 2012.

SOCHAVA, V. B. Geography and Ecology. **Soviet Geography**, v.12, p. 277 – 293, 1971.

SOCHAVA, V. B. Theoretical requisites for the mapping of the human habitat. **Soviet Geography**, v.16, p. 86 – 98, 1975.

SOCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas**. Métodos em questão. Tradução USP. São Paulo, 1977.

SOUZA, C. M. P. SILVA, K. F. M. C. Moreau, A. M. S.; FONTES, E. O.; MOREAU, M. S.; GOES, L. M. Zoneamento agroecológico da bacia hidrográfica do rio Colônia. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 3, p. 49-66, 2009.

SOUZA, C. M. P. MOREAU, M. S. MOREAU, A. M. S. FONTES, E. O. Níveis de Degradação de Pastagens da Bacia do Rio Colônia – BA com Uso de Imagens LANDSAT 5TM. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 03, p. 228 – 243, 2010. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v3i3.232685>.

SOUZA, J. R. DE MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **REDE – Revista Eletrônica do Prodem**, vol. 8, n. 01. 2014.

SOUZA, P. F. G; COSTA, C. R. COSTA, M. F. Diagnóstico da qualidade da água da bacia do Rio Goiana. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, vol. 6, n. 1, 2019.

SUDENE. Superintendencia de Desenvolvimento do Nordeste. **Folha Camacan (SD-24-Y-D-III)**. Bahia, SUDENE, 1977^a. Escala 1:100.000.

SUDENE. Superintendencia de Desenvolvimento do Nordeste. **Folha Itabuna (SD-24-Y-B-VI)**. Bahia, SUDENE, 1977^b. Escala 1:100.000.

SUDENE. Superintendencia de Desenvolvimento do Nordeste. **Folha Ibicaraí (SD-24-Y-B-V)**. Bahia, SUDENE, 1977^c. Escala 1:100.000.

SUDENE. Superintendencia de Desenvolvimento do Nordeste. **Folha Itapetinga (SD-24-Y-D-I)**. Bahia, SUDENE, 1977^d. Escala 1:100.000.

SUDENE. Superintendencia de Desenvolvimento do Nordeste. **Folha Itaju do Colônia (SD-24-Y-D-II)**. Bahia, SUDENE, 1977^e. Escala 1:100.000.

SUDENE. Superintendencia de Desenvolvimento do Nordeste. **Folha Poções (SD-24-Y-B-IV)**. Bahia, SUDENE, 1977^f. Escala 1:100.000.

TERAMOTO, E. H. Caracterização hidroquímica e isotópica dos aquíferos fissurais da região de Itabuna/BA. **Águas Subterrâneas**, vol. 32, n. 2, p. 228-236. 2018.

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, p. 55 – 94, 1948.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. 2ª Ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 680 p.2005.

UIEDA, V. S. BARRETTO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecias**, vol. 1, n. 1, 2, 2009.

VIEIRA, B. M. NADALETI, W. C. VALENTINI, M. SANTOS, G. VIANA, F. CORRÊA, M. G. Avaliação e comparação da qualidade das águas entre o canal são gonçalo e a lagoa mirim. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, vol. 10, n. 2. 2019.

VINOGRADOV, B.V.; GERENCHUK, K.I.; ISACHENKO, A.G. Basic Principles of Landscape Mapping. **Soviet Geography**, v. 3, p. 15 – 20, 1962.

WIESEL, P. G. DRESCH, E. DE SANTANA, E. R. R. LOBO, E. A. Avaliação da qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Arroio Preto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa**, vol. 30, n. 1. 2018.

ZUFFO, A. C. ZUFFO, M. S. R. **Gerenciamento de Recursos Hídricos: Conceituação e Contextualização**. 1/1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. V. 1. 480p.

ANEXOS

Anexo 1 – Produção em KG de grãos de cacau na região Cacaueira.

Ano Agrícola* (maio/abril)	Produção (Kgs)	Produtividade (Kg/ha)
1980/81	302.481	711
1981/82	276.558	615
1982/83	317.052	700
1983/84	352.572	713
1984/85	301.787	632
1985/86	361.606	705
1986/87	397.362	680
1987/88	299.591	512
1988/89	314.600	538
1989/90	321.966	551
1990/91	356.327	609
1991/92	253.798	434
1992/93	254.464	435
1993/94	278.280	475
1994/95	238.886	408
1995/96	160.390	274
1996/97	185.247	297
1997/98	152.381	278
1998/99	134.383	268
1999/00	96.039	240
2000/01	105.454	278
2001/02	129.329	367
2002/03	101.118	ND
2003/04	144.195	ND
2004/05	122.344	ND
2005/06	143.316	ND
2006/07	114.704	ND
2007/08	102.973	ND
2008/09	143.100	259
2009/10*	138.120	248

Fonte: Dados de Socioeconomia/CEPEC/CEPLAC e COMCAUBA/ACB

Anexo 2 – Parâmetros de qualidade de água das coletas de campo.

Ponto	Parâmetros																	
	T °C		pH		OD		Tur		DBO		N		P		COLI		ST	
S1	27,1	26,5	7,1	7,3	7,0	7,5	12,0	14,5	1,3	1,1	1,7	2,0	0,1	0,2	5.000	5.500	170	136
S2	27,3	26,0	7,0	7,2	8,7	9,5	12,5	10,0	1,2	1,1	1,8	1,7	0,3	0,3	2.500	3.000	123	98
S3	28,1	28,5	7,3	7,3	11,0	9,0	12,0	18,0	1,1	1,5	0,6	0,8	0,1	0,2	1.100	1.500	70	122
C1	27,0	27,2	7,2	7,2	4,8	5,0	17,5	18,2	7,4	8,0	2,0	2,1	0,3	0,4	130.000	170.000	400	225
C2	27,3	28,1	7,3	7,2	7,0	7,5	12,0	12,0	1,5	2,0	2,5	2,0	0,5	0,4	6.500	7.000	150	185
CH1	27,3	28,1	7,3	7,3	7,0	7,4	12,5	13,5	1,0	1,1	1,8	2,0	0,1	0,2	5.250	5.500	145	150
CH2	27,9	28,5	6,9	7,0	4,8	5,1	16,0	16,8	5,8	5,5	1,7	1,9	0,2	0,2	300.000	450.000	210	180
CH3	27,3	28,8	7,0	7,2	7,5	8,0	9,0	10,4	1,0	2,1	1,5	1,9	0,1	0,5	4.850	5.000	147	165

* Separados os períodos seco e chuvoso (||) de Outubro de 2018 e Fevereiro de 2019

Anexo 3 – Planilha de cálculo de IQA.

Preencher as células em amarelo:						
Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Peso w	qi	qi^w
Coli termotolerantes	Coli	NMP/100mL	4000	0,15	12,81	1,47
pH	pH		7,30	0,12	92,52	1,72
Demanda Bioquímica de Oxigênio	DBO	mg/L	1,10	0,10	87,28	1,56
Nitrogênio Total	NTotal	mgN/L	1,50	0,10	88,43	1,57
Fósforo total	PTotal	mgP/L	0,40	0,10	68,62	1,53
Temperatura	Temp	°C	27,50	0,10	94,00	1,58
Turbidez	Turb	NTU	5,50	0,08	86,63	1,43
Resíduo Total	STT	mg/L	150,00	0,08	80,17	1,42
Oxigênio Dissolvido	OD	% satur	7,5	0,17	69,26	2,06
				% IQA =	61,95	

IQA	Faixas
Ótima	79 < IQA = 100
Boa	51 < IQA = 79
Regular	36 < IQA = 51
Ruim	19 < IQA = 36
Péssima	IQA = 19

Anexo 4 – Atestado da Emasa (Agradecimento a João Bitencourth).



EMASA
EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUA E SANEAMENTO LTDA

Solicitante: **Kaique Brito Silva** – 05766470560 (UNICAMP)
Finalidade: **Atividades de Pesquisa**

ATESTADO DE ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ÁGUA

A Empresa Municipal de Água e Saneamento - EMASA atesta para os devidos fins e finalidades, que oito (8) coletas de amostras de águas respectivas aos Rios Salgado, Colônia e Cachoeira, pertencentes a Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira - Bahia, tiveram nove (9) parâmetros determinados para composição do Índice de Qualidade de Água - IQA conforme descrição a seguir:

Descrição das amostras coletadas:

As análises foram realizadas de acordo com os procedimentos adotados no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23ª edição, ano 2017 e conforme regulamentação portaria de consolidação nº 5 de 28/09/2017, anexo XX.

Metodologia Utilizada:

Parâmetro	Procedimento Anal.	Obs.
pH	PHMETRO	
DBO	ICPOS UESC	
OD	ICPOS UESC	
TURBIDEZ	TURBIDIMETRO	
TEMPERATURA	MULTIPARAMETRO	
COL. TERMO	TUBOS MÚLTIPLOS	
NO ₃	ESPECTROFOTÔMETRO	
PO ₄	ICPOS UESC	
Sólidos Totais	CONDUTIVIMETRO	
RECIPIENTES: S ₁ , S ₂ , S ₃ , C ₁ , C ₂ , CH ₁ , CH ₂ , CH ₃		

As amostras foram recebidas em: **22/10/2018**
28/02/2019

Identificação das amostras:

Rio Salgado	Rio Colônia	Rio Cachoeira
S ₁ : Rio Salgado 1	C ₁ : Rio Colônia 1	CH ₁ : Rio Cachoeira 1
S ₂ : Rio Salgado 2	C ₂ : Rio Colônia 2	CH ₂ : Rio Cachoeira 2
S ₃ : Rio Salgado 3		CH ₃ : Rio Cachoeira 3


 Cláudio Gilmar
 Diretoria Geral de Saneamento
 Avenida Gilmar 1428 2ª Região
 Centro do Setor Laboratório
 Mat. 1643


 João Bitencourth
 Engenheiro Técnico
 Mat. 1854
 EMASA

Rua São Vicente de Paula, 227 - Centro - CEP: 45.600-105 - Tel.: (73) 3215-9100
Itabuna - Bahia - Site: www.emasaitabuna.com.br

Anexo 5 – Efetivo de rebanho SIDRA/IBGE.

Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho		
Variável - Efetivo dos rebanhos (Cabeças)		
Tipo de rebanho - Bovino		
Brasil e Município	Ano	
	1990	2019
Brasil	147.102.314	214.893.800
Barro Preto (BA)	2.250	5.719
Floresta Azul (BA)	18.960	26.038
Ibicaraí (BA)	7.250	18.679
Ilhéus (BA)	29.150	14.305
Itabuna (BA)	11.000	22.735
Itaju do Colônia (BA)	75.000	61.119
Itapé (BA)	20.300	43.942
Itororó (BA)	22.500	30.565
Jussari (BA)	18.000	20.673
Santa Cruz da Vitória (BA)	32.500	31.268
Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal		

Anexo 6 – Imagens do processo de construção da tese e levantamento de dados.

Audiência Pública sobre Recursos Hídricos na Câmara Municipal.



Entrevista sobre situação do Rio Cachoeira a TV Globo/Santa Cruz.



Campo em 2019 – Barragem do Rio Colônia.



Campo em 2018 - Rio Cachoeira em seu baixo curso.



Campo em 2019 – Serras e nascentes do rio Salgado.



Minicurso cedido a Universidade Federal do Sul da Bahia sobre Recursos Hídricos.

