



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO DE BIOCÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL PARA O ENSINO**

**DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO  
RIO IPOJUCA NO MUNICÍPIO DE CARUARU – PE:  
DOCUMENTÁRIO COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DAS  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**JOÃO GUSTAVO SOARES DE ARAÚJO**

**RECIFE-PE**

**2020**

**JOÃO GUSTAVO SOARES DE ARAÚJO**

**ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO  
RIO IPOJUCA NO MUNICÍPIO DE CARUARU – PE:  
DOCUMENTÁRIO COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DAS  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Mestrado Profissional em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, área de concentração em recursos naturais e tecnologia, para a obtenção do título de Mestre.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alineaurea Florentino Silva

**Coorientador:** Prof.<sup>o</sup> Dr. Lucivânio Jatobá de Oliveira

**RECIFE-PE**

**2020**

Catálogo na fonte  
Elaine C Barroso  
(CRB4 1728)

Araújo, João Gustavo Soares de

Atividades antrópicas e a qualidade das águas do Rio Ipojuca no município de Caruaru-PE: documentário como proposta para o ensino das Ciências Ambientais / João Gustavo Soares de Araújo – 2020.

112 f.: il., fig., tab.

Orientadora: Alineaurea Florentino Silva  
Coorientador: Lucivânio Jatobá de Oliveira

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biotecnologia. Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, 2020.

Inclui referências, apêndices e anexo.

1. Educação ambiental 2. Agrobiodiversidade 3. Água (poluição) I. Silva, Alineaurea Florentino (orient.) II. Oliveira, Lucivânio Jatobá de (coorient.) III. Título

363.70071

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2021-094

**ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO  
RIO IPOJUCA NO MUNICÍPIO DE CARUARU – PE:  
DOCUMENTÁRIO COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DAS  
CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Rede Nacional em Ensino das Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Ambientais.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Alineaurea Florentino Silva (Orientadora) Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/Empresa Brasileira de Agropecuária - EMBRAPA

---

Prof.<sup>o</sup> Dr Lucivânio Jatobá de Oliveira (Co-orientador) Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Prof.<sup>o</sup> Dr Bruno Severo Gomes (Examinador Interno) Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Prof.<sup>o</sup> Dr José Mario Austregésilo (Examinador Externo) Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Dr<sup>a</sup> Paula Tereza de Souza e Silva (Examinadora Externo) Embrapa - Semiárido

---

Dedico esse trabalho à memória da  
minha mãe, Dona Inês Soares.

## AGRADECIMENTOS

Deus, inteligência suprema, causa primária de todas as coisas, aquele ao qual agradeço inicialmente. Ele que me concedeu a vida, a possibilidade de trilhar os caminhos que me trouxeram até aqui, agradeço por ter colocado as pessoas certas nesse meu caminho, não é por acaso.

À minha esposa, Patrícia Araújo, pelo desafio da convivência em meio a todos os compromissos assumidos num relacionamento. Pela força, pela motivação.

Às minhas filhas, Maria Letícia Araújo e Maria Cecília Araújo, por estarem sempre por perto, as vezes brincando aos meus pés embaixo da mesa. O brilho em seus olhos me motivou a continuar mergulhando no universo da pesquisa e a buscar um futuro melhor para toda a família.

Aos meus sogros que me acolheram em sua residência e possibilitaram o desenvolvimento do saber científico através da retaguarda, principalmente com as netas.

À minha irmã Maria de Fátima, pelo papel assumido de nossa mãe, cuidando, motivando, procurando saber, fazendo exatamente o que nossa mãe faria em vida material.

À toda minha família, meus irmãos, pela memória dos nossos pais, por tudo que nos ensinaram ao longo do tempo em que estiveram no plano material terrestre. Carregamos como amálgama na nossa conduta diária, faz parte de toda a moral nos passadas por eles.

Quando pensei que não conseguiria começar o curso, por conta ter sido acometido de uma fratura muito séria no tornozelo esquerdo, es que me aparece o amigo Carlos Freitas, que conduzia minha cadeira de rodas para todos os cantos que necessitava, ao qual serei eternamente grato. Agradeço a convivência com os amigos André dos Santos, Areli Andrade, Ewerton Carneiro e Luciana Chagas, nossas trocas de ideias e experiências foram fundamentais.

Infinidamente grato aos meus orientadores a Dr<sup>a</sup> Alineaura Florentino da Silva e ao amigo o Dr. Lucivânio Jatobá, minha eterna admiração e orgulho. A banca examinadora, o professor Dr. Bruno Severo Gomes, o professor Dr. José Mário

Austregésilo e a Dr<sup>a</sup> Paula Tereza de Souza e Silva pelas excelentes contribuições dadas a esse trabalho. Ao ProfCiamb, a UFPE, aos demais professores que de forma direta ou indireta colaboraram com a construção da minha formação. A Embrapa, ao Projeto Participa, ao IPA, a ANA e ao professor Otacílio Santana, a todos minha gratidão.

Não posso deixar de agradecer também aos meus colegas de trabalho pela motivação, confiança e credibilidade, bem como a nossa gestora Eda Cabral pelo seu compromisso em adaptar o horário de trabalho afim de me proporcionar a folga merecida para investir o tempo na pesquisa.

Agradeço também ao jornalista Matheus Rocha pelo apoio técnico e parceria nas pesquisas de campo, ao advogado Ricardo Albuquerque pela indicação que nos levou aos agricultores, e não menos importante quero agradecer a Dona Régia Adriana, a Seu Manoel, aos seus filhos João e Francisco pela acolhida de sempre, pela disposição e credibilidade dada a pesquisa no Sítio Torres.

Por fim, a todos que participaram desse momento, minha eterna gratidão.

“Todo efeito tem uma causa;  
todo efeito inteligente tem uma causa inteligente;  
a potência de uma causa está na razão da grandeza do efeito.”

**Allan Kardec**

## RESUMO

A bacia do rio Ipojuca é de grande importância para o estado de Pernambuco, devido sua grande influência econômica, cultural e social. Esse rio tem um grande significado para o desenvolvimento da agropecuária do município de Caruaru. Diante disso é fundamental compreender que a bacia do rio Ipojuca vem sofrendo ao longo dos anos diversos impactos que tem comprometido a qualidade de suas águas. A passagem pelo perímetro urbano do município de Caruaru é um dos fatores que têm impulsionado o aumento do fluxo de poluição. O presente estudo teve como objetivo o uso do recurso hídrico a partir da conscientização da sua importância pelos estudantes localizados no trecho estudado, e com isso fortalecer o manejo agroecológico e da agrobiodiversidade no trecho às margens do rio Ipojuca no município de Caruaru – PE. O uso da Taxonomia dos Objetivos Educacionais serviu de base para facilitar a comunicação em todas as etapas desse processo. Através de uma pesquisa de campo exploratória de carácter qualitativo e quantitativo, foi possível obter um panorama geral da atual realidade do rio Ipojuca nesse município. A pesquisa iniciou-se com um levantamento bibliográfico, seguido de visitas *in loco* para coleta de informações, registros fotográficos, captação de audiovisuais e entrevistas que comprovam esses impactos ambientais, bem como essa dependência agroecológica. A partir das informações coletadas, foi possível fazer um levantamento dos fatores que contribuem para a degradação ambiental do recurso hídrico no município em questão, os principais riscos que causam a população e as consequências ao sistema agropecuário dependente do rio Ipojuca. Com os resultados obtidos foi constatado que o município de Caruaru não está gerindo esse recurso hídrico, bem como foi identificado um Ciclo de Dependência Ambiental onde quem poluí sofre por meio do consumo de insumos produzidos na agricultura com sua própria atitude e por fim, para sensibilizar a sociedade local a partir de agentes multiplicadores (estudantes da educação básica), foi produzido um audiovisual com o objetivo de levar conhecimento de situações causa e efeito aos envolvidos.

**Palavras-chaves:** agrobiodiversidade. recursos hídricos. Agricultura. poluição das águas.

## **ABSTRACT**

The Ipojuca river basin is of great importance for the state of Pernambuco, due to its great economic, cultural and social influence. This river has great significance for the development of agriculture in the municipality of Caruaru. Therefore, it is essential to understand that the Ipojuca River basin has suffered, over the years, several impacts that have compromised the quality of its waters. The passage through the urban perimeter of the municipality of Caruaru is one of the factors that have driven the increase in the flow of pollution. The present study had as objective the use of the water resource from the awareness of its importance by the students located in the studied section, and with that to strengthen the agroecological and agrobiodiversity management in the stretch on the banks of the Ipojuca river in the municipality of Caruaru - PE. The use of the Taxonomy of Educational Objectives served as a basis to facilitate communication in all stages of this process. Through a qualitative and quantitative exploratory field research, it was possible to obtain an overview of the current reality of the Ipojuca River in that municipality. The research started with a bibliographic survey, followed by on-site visits to collect information, photographic records, capture of audiovisuals and interviews that prove these environmental impacts, as well as this agroecological dependence. From the information collected, it was possible to make a survey of the factors that contribute to the environmental degradation of the water resource in the municipality in question, the main risks that cause the population and the consequences to the agricultural system dependent on the Ipojuca River. With the results obtained, it was verified that the municipality of Caruaru is not managing this water resource, as well as an Environmental Dependency Cycle was identified, where those who pollute suffer through the consumption of inputs produced in agriculture with their own attitude and, finally, to raise awareness the local society from multiplying agents (students of basic education), an audiovisual was produced with the objective of bringing knowledge of cause and effect situations to those involved.

**Keywords:** agrobiodiversity. water resources. Agriculture. water pollution.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagem de satélite do Nordeste. Áreas com tonalidade de cor roxa correspondem a solos desnudos ou com vegetação esparsa .....	24
Figura 2 –	Ocupação desordenada das margens da calha do rio Ipojuca no entorno da Feira de Caruaru – PE, com despejo de águas de reuso .....	26
Figura 3 –	Degradação do rio Ipojuca no entorno da Feira de Caruaru – PE .....	28
Figura 4 –	Degradação do rio Ipojuca no entorno da Feira de Caruaru – PE. Observa-se a ocupação irregular do terraço fluvial e o lançamento de resíduos sólidos na calha do rio .....	28
Figura 5 –	Temperaturas máximas e mínimas anuais em Caruaru – PE .....	45
Figura 6 –	Corte do solo no município de Caruaru – PE. Aspectos do solo abaixo do manto de intemperismo .....	48
Figura 7 -	Falha de encaixe do rio Ipojuca .....	49
Figura 8 –	Registro das vertentes pedimentadas da bacia do rio Ipojuca ...	50

Figura 9 –	Imagens panorâmicas com o crescimento vertical de Caruaru – PE .....	57
Figura 10 –	Conjunto habitacional popular na periferia de Caruaru – PE .....	58
Figura 11 –	Imagem de satélite com as indicações de todos os pontos de coleta de água do rio Ipojuca para análise laboratorial .....	61
Figura 12 –	Ponto de captação de água do rio Ipojuca no sítio Torre – Rendeiras – Caruaru – PE .....	61
Figura 13 –	Ponte do bairro Rendeiras – Caruaru – PE .....	62
Figura 14 –	Acesso ao Alto do Moura – Caruaru – PE .....	62
Figura 15 –	Ponto de coleta no município de Bezerros – PE .....	63
Figura 16 –	Ambientes lênticos localizados no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	64
Figura 17 –	Barreiro de cima localizado no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	64
Figura 18 –	Barreiro de baixo localizado no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	65

Figura 19 – Imagem da busca com o auxílio do Google Maps e identificação do sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	72
Figura 20 – Locação principal – Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE ....	73
Figura 21 – Família de agricultores. Da direita para a esquerda, D. Regia, Francisco, o pequeno João e Sr. Manoel – Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	73
Figura 22 – Locação principal – Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE....	74
Figura 23 – Parte do elenco do documentário .....	75
Figura 24 – Entrevista com o elenco – D. Régia Soares – Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	76
Figura 25 – Entrevista com especialista, professor Audemário Prazeres na cidade de Bezerros – PE .....	76
Figura 26 – Entrevista com especialista, professor Dr. Lucivânio Jatobá na cidade do Recife – PE .....	77
Figura 27 – Edição do documentário usando Adobe Premiere Pro 2020.....	78
Figura 28 – Categoria – Técnicos Agrícolas e Extensionistas.....	80
Figura 29 – Categoria - Mestrandos e Egressos ProfCiamb.....	80

Figura 30 –	Categoria - Docentes do Ensino Superior e Técnico .....	80
Figura 31 –	Categoria – Docentes – Educação Básica .....	81
Figura 32 –	Categoria – Gestor Educacional .....	81
Figura 33 –	Categoria – outros profissionais .....	81
Figura 34 –	Fluxograma de insumos e produtos produzidos com a família de D. Régia e Sr. Manoel no Sítio Torres – Caruaru – PE, novembro de 2019 .....	83
Figura 35 –	Esquema do Ciclo da Dependência Ambiental .....	84
Figura 36 –	Agricultor captando água para irrigação no rio Ipojuca no sitio Torres no bairro Rendeiras a jusante da cidade de Caruaru – PE .....	85
Figura 37 –	Coleta de água do rio Ipojuca para análise laboratorial – sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	87
Figura 38 –	Tapete de macrófitas entupindo a calha do rio Ipojuca, causando a diminuição da disponibilidade de luz e a consequente queda na concentração de oxigênio (depleção) – sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE .....	93
Figura 39 –	Proliferação das macrofitas em períodos de volume mínimo de água no rio Ipojuca – sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE...	94
Figura 40 –	Após grande volume de água as macrófitas desaparecem da calha do rio Ipojuca .....	95

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 1 –	Localização da bacia hidrográfica do rio Ipojuca .....	29
Mapa 2 –	Situação da bacia hidrográfica do rio Ipojuca pelas RD's .....	30
Quadro 1 –	Municípios e Distritos drenados pela Bacia do rio Ipojuca .....	30
Quadro 2 –	Classificação das diferentes áreas de acordo com o Comprimento de Período de Crescimento (CPC) .....	35
Gráfico 1 –	Processos de solução de problemas .....	38
Mapa 3 –	Localização do município de Caruaru na Região de Desenvolvimento Agreste Central .....	42
Mapa 4 –	Localização do município de Caruaru com seus limites municipais .....	42
Quadro 3 –	Lei Estadual nº 12.984/2005, artigo 9º .....	43
Mapa 5 –	Mapa do geológico do Estado de Pernambuco .....	46
Mapa 6 –	Mapa do Brasil com a localização do domínio do Bioma Caatinga .....	52
Mapa 7 –	Mapa de solos do município de Caruaru com a identificação da área de estudos .....	54
Quadro 4 –	Roteiro e a relação com a Taxonomia dos Objetivos Educacionais .....	68
Tabela 1 –	Resultados das análises químicas das amostras coletadas em Caruaru – PE e Bezerros – PE. Novembro de 2019 a janeiro de 2020 .....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4K	Ultra HD
ANA	Agência Nacional de Águas
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Climas
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior
CE	Condutividade Elétrica
CONDEPE/FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
CPC	Comprimento do Período de Crescimento
CQO	Carência Química de Oxigênio
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ETE	Estação de Tratamento de Efluente
Etp	Evapotranspiração potencial
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFPE	Instituto Federal de Pernambuco
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LGP	<i>Length of Growing Period</i>
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PE	Pernambuco
PERH-PE	Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco

PROFCIAMB	Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais
PSA	Programa de Saneamento Ambiental
P/Etp	Média da precipitação total anual/evapotranspiração potencial
RAS	Relação de Adsorção de Sódio
RD	Região de Desenvolvimento
RMR	Região Metropolitana do Recife
SINDLOJA	Sindicato dos Lojistas do Comércio de Caruaru
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	20
1.1	OBJETIVOS .....	22
1.1.1	OBJETIVO GERAL .....	22
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICO .....	22
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	23
2.1	O SEMIÁRIDO BRASILEIRO .....	23
2.2	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA .....	27
2.3	A FISIOGRAFIA DA BACIA DO RIO IPOJUCA .....	31
2.4	A QUALIDADE DA ÁGUA DISPONÍVEL .....	32
2.5	A TAXONOMIA DOS OBJETIVOS EDUCACIONAIS .....	36
2.6	A EDUCOMUNICAÇÃO .....	40
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO</b> ....	41
3.1	MUNICÍPIO DE CARUARU – PE .....	41
3.2	POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO .....	43
3.3	FUNDAMENTOS CLIMÁTICOS .....	44
3.4	ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLOGICOS .....	45
3.5	O LINEAMENTO PERNAMBUCO E A PEDIMENTAÇÃO .....	49
3.6	COBERTURA VEGETAL .....	51
3.7	SOLOS E AGRICULTURA .....	53
3.8	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS .....	55
<b>4</b>	<b>ROTEIRO METODOLÓGICO</b> .....	58

4.1	SOLICITAÇÃO GERAL DE ANÁLISE DE ÁGUA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO REALIZADAS NO LABORATÓRIO AGROAMBIENTAL DA EMBRAPA SEMIÁRIDO – PETROLINA/PE .....	59
4.2	COLETAS DE ÁGUA AO LONGO DO TRECHO ESTUDADO .....	60
4.3	A ESCOLHA DO PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO .....	66
4.4	SEQUÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO DOCUMENTÁRIO .....	67
4.5	VALIDAÇÃO DO PRODUTO MIDIÁTICO – DOCUMETÁRIO .....	78
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>82</b>
5.1	CICLO DA DEPENDÊNCIA AMBIENTAL .....	83
5.2	RESULTADOS DAS COLETAS NA PONTE DO BAIRRO RENDEIRAS .....	87
5.3	RESULTADOS DAS COLETAS NO ALTO DO MOURA .....	88
5.4	RESULTADOS DAS COLETAS NOS AMBIENTES LÊNTICOS DO SÍTIO TORRES .....	89
5.5	RESULTADOS DA COLETA NO MUNICÍPIO DE BEZERROS .....	90
5.6	BIOINDICADORES DE POLUIÇÃO E REGENERAÇÃO DO RIO IPOJUCA .....	91
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>95</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE A – ROTEIRO INICIAL DO DOCUMENTÁRIO</b> .....	<b>102</b>
	<b>APÊNDICE B – CONVITE PARA VALIDAÇÃO</b> .....	<b>105</b>
	<b>APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO</b> .....	<b>107</b>
	<b>APENDICE D – DIAGRAMA PARA CLASSIFICAÇÃO DE ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO</b> .....	<b>110</b>
	<b>ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTO</b> .....	<b>111</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da degradação do rio Ipojuca no trecho que percorre o município de Caruaru localizado na região do Agreste Central do estado de Pernambuco, bem como trata da geração de efluentes e a múltipla utilização do rio ao longo do trecho estudado, principalmente a utilização das suas águas para o manejo agroecológico a jusante da cidade estudada.

Por se tratar de uma importante bacia hidrográfica, com vistas a várias formas de utilização em toda a sua calha, especificamente no trecho estudado, está se buscando a conservação da qualidade da escassa água desse rio.

A preservação do meio ambiente, a geração de resíduos sólidos e de efluentes, a utilização dos recursos hídricos, a agricultura, a subsistência são trazidos a discussões pela sociedade e pelos cientistas.

O tema foi escolhido devido a importância que o rio Ipojuca tem para o estado de Pernambuco e, particularmente, a cidade de Caruaru, por ocupar uma posição estratégica tanto para o cenário econômico do estado quanto geograficamente, sendo conhecida como a Capital do Agreste.

O crescimento da população tem sido um dos fatores que colaboram para o aumento inevitável do uso da água e, diante desse fato, é cada vez mais notável que esse recurso vem se tornando algo bastante escasso. Nesse sentido, a temática da água tem sido foco de discussões em diferentes dimensões – ambiental, social e econômica. Essas discussões abordam tanto a quantidade, quanto a qualidade da água, em escala local a global, uma vez que, grande parte dos corpos hídricos estão sendo poluídos (PAZ, 2000).

As bacias hidrográficas refletem as condições naturais da região, pelo tipo de rocha, solos, vegetação e recebem influências, muitas vezes altamente prejudiciais das ações humanas (ANDRADE, 2009). A exemplo da bacia hidrográfica do rio Ipojuca, que ao longo dos anos vem sofrendo impactos diretos por fontes pontuais e difusas, com o lançamento de esgotos domésticos e industriais, o descarte de resíduos sólidos em todo o curso do rio e outros poluentes, respectivamente, que aumentam seu volume principalmente no período chuvoso e favorecem as enchentes (BARROS, 2008).

O excesso de resíduos e poluentes lançados em corpos hídricos é a principal causa do aumento de nutrientes como: nitrogênio e fósforo, causando um fenômeno chamado de eutrofização das águas. Esse processo pode trazer diversos problemas aos ecossistemas aquáticos, desde a mortandade de peixes e plantas aquáticas até a interferência na paisagem do local, além de gerar um maior gasto econômico para tratamento da água e impossibilitar o seu uso para fins domésticos e recreativos (BARRETO *et al.*, 2013), promovendo a ‘morte’ total do recurso hídrico.

A análise dos riscos é tida como um instrumento de gestão e segundo Vieira (2003), o gerenciamento de risco envolve três grandes atividades sistemáticas: Identificação dos riscos, sejam eles físicos, econômicos, sociais, ambientais ou administrativo; Análise dos riscos, compreendendo a quantificação, a avaliação qualitativa, a análise comparativa e o ordenamento; e ações gerenciais, envolvendo medidas preventivas e medidas mitigadoras.

Diante dessa problemática, se faz necessária uma maior divulgação de tais problemas na mídia, uma vez que gestores públicos pouco enfatizam a poluição hídrica, como um problema presente, que pode trazer graves consequências para as futuras gerações. Conforme Guerra e Cunha (2005), a crescente demanda para pesquisar impactos ambientais urbanos está associada ao fato de que a sociedade e os governantes pouco têm problematizado o ambiente das cidades. É a partir de estudos, pesquisas e diagnósticos que darão suporte a projetos de conservação dos recursos hídricos, a iniciativas desenvolvidas por órgãos particulares e entidades regulamentadoras governamentais que poderão traçar planos futuros para a utilização racional dos recursos hídricos disponíveis.

Assim, como resultado desse trabalho, foi produzido um recurso audiovisual que tem fins pedagógicos sobre os temas que aqui serão abordados. O produto técnico/tecnológico referido será utilizado para sensibilizar e conscientizar jovens estudantes das séries iniciais do Ensino Médio nas escolas públicas e privadas no município de Caruaru. Sua divulgação está baseada no método da Educomunicação. A produção do documentário foi elaborada aplicando-se a Taxonomia de Objetivos Educacionais, conhecida como Taxonomia de Bloom, no tocante aos Domínios Cognitivo e Afetivo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as atividades antrópicas e a qualidade das águas do rio Ipojuca no município de Caruaru-PE com vistas a sensibilização ambiental para conservação por parte da população

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar atividades antrópicas poluentes ao longo do trecho do rio Ipojuca compreendido entre Caruaru-PE e Bezerros- PE;
- Apresentar dados que comprovem a importância do recurso hídrico para a sociedade localizada na bacia;
- Sugerir formas de minimizar os prejuízos ecológicos e a degradação do recurso hídrico;
- Produzir um recurso audiovisual que será utilizado como ferramenta pedagógica para a sensibilização de agricultores e estudantes caruaruenses.
- Sensibilizar produtores e estudantes ao longo da área estudada sobre os impactos causados pela ação antrópica, tornando-os multiplicadores das soluções para diminuir tais impactos;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

De acordo com a delimitação atual, proposta por Lins e Albuquerque (2001), o semiárido brasileiro abrange 1.031 municípios com uma área de 892.809,5 km<sup>2</sup>, correspondente a quase 41,8% da área territorial da macrorregião Nordeste e mais a região norte de Minas Gerais (vale do Jequitinhonha) com 120.278,8 km<sup>2</sup> e o norte do Espírito Santo com 24.451,7 km<sup>2</sup>. Com população de mais de 21 milhões de pessoas, é um espaço progressivamente mais urbanizado, o IBGE indica que a maioria da população do semiárido, isto é, 56,6% vivem na zona urbana.

É importante salientar a grande utilidade em se trabalhar e compreender os ambientes semiáridos. Essa importância esta justificada por Jatobá, Silva e Galvínio (2017):

Esses ambientes, que há bem pouco tempo eram marginalizados em toda a gama de estratégias de trabalhos científicos, começaram a ser “descobertos” e analisados pela pesquisa propriamente dita, após as informações veiculadas sobre aquecimento global, com consequências catastróficas sobre a fauna e a flora locais. No Nordeste brasileiro, os impactos das condições climáticas semiáridas sobre a população são consideráveis, especialmente quando se consomem periodicamente as secas (JATOBÁ, SILVA E GALVÍNIO, 2017, p. 137).

O prolongamento do período seco anual eleva a temperatura local, caracterizando a aridez sazonal. Para Silva, 2010 (Org.), o índice de aridez de uma região depende da quantidade de água proveniente da chuva (precipitação) e da temperatura que influencia a perda de água por meio da evapotranspiração potencial.

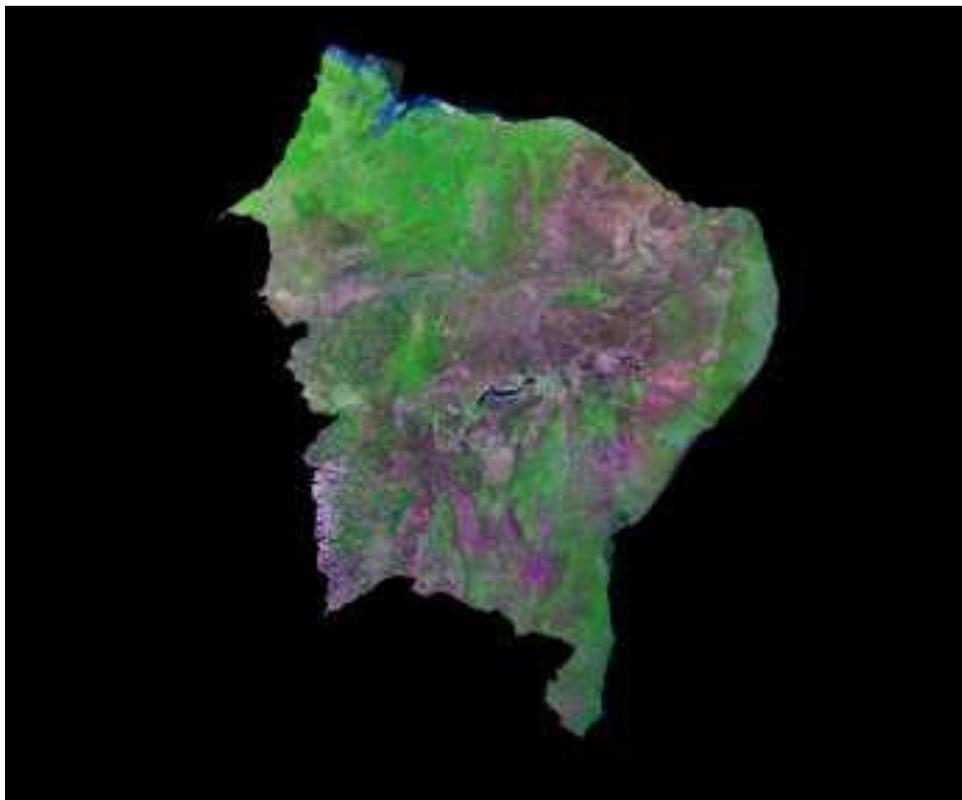
A região semiárida brasileira é caracterizada pela insuficiência e irregularidade temporal e espacial de chuvas, com médias anuais que variam entre 268 e 800 mm, com altas temperaturas e elevadas taxas de evapotranspiração que se refletem na elaboração da paisagem (SILVA, 2010). São características hidrográficas relacionadas ao clima semiárido regional, muito quente e sazonalmente seco, que projeta derivadas radicais para o mundo das águas, o mundo orgânico das caatingas e o mundo socioeconômico dos viventes dos sertões (AB’SÁBER, 2003, p.85).

As condições hidrográficas são bastante dependentes do ritmo climático regional. As variações sazonais do volume de água de um rio no Trópico Semiárido (decorrente da ação de sistemas atmosféricos diversos) são determinadas pelos períodos de chuvas e pelos de escassez destas, gerando o que se denomina regime fluvial.

Tal escassez limita a perenização dos rios e riachos, especialmente no Sertão e Agreste pernambucanos. O rio Ipojuca, ao atravessar o Agreste, insere-se plenamente nessa condição, exemplificando uma drenagem sazonal intermitente no semiárido pernambucano.

Os solos rasos e litólicos reduzem a capacidade de absorção e retenção de águas da chuva. Esses solos rasos desenvolvidos em terrenos cristalinos e cristalofílicos, em sua maior parte, dificultam o acúmulo de águas em aquíferos subterrâneos. Os poços, geralmente, de pouca profundidade, comprometem a qualidade da água para consumo humano, animal e para irrigação de lavouras devido à elevada concentração de sais minerais (Figura 1).

**Figura 1.** Imagem de satélite do Nordeste. Áreas com tonalidade de cor roxa correspondem a solos desnudos ou com vegetação esparsa.



**Fonte:** EMPRAPA – Disponível em [www.cdbrasil.cmpm.embrapa.br](http://www.cdbrasil.cmpm.embrapa.br) acesso em janeiro de 2020

Quanto ao bioma, uma das características mais marcantes da paisagem semiárida é a vegetação de caatingas. Para Lima (1970), especialmente atento à realidade físico-biológica, experimenta caracterizar não um Agreste único, mas um Agreste plural, constituído por sub-áreas em função de condições de altitude, topografia, umidade, profundidade dos solos, drenagem, etc. Admite ele com efeito que, quando considerado como um todo, possa o território dos municípios do Agreste ser referido como tendo vegetação do tipo caatinga. Nos dias atuais, as caatingas são um dos biomas brasileiros mais ameaçados pelo uso inadequado dos seus recursos. Tal uso tem gerado a desertificação a partir da perda gradual da fertilidade biológica e diminuição da biodiversidade característica do ambiente com déficit hídrico. Cultivos inadequados da terra, associados a variações climáticas e o solo naturalmente pedregoso e raso, são a combinação para esse dano ambiental.

O semiárido brasileiro está frequentemente submetido a cenários de escassez hídrica, os quais estão associados às reduções nas precipitações pluviométricas, e às elevadas taxas de evaporação (GALVÍNCIO; OLIVEIRA; SOUZA, 2017). As águas subterrâneas disponíveis estão confinadas em fraturas e contêm um alto teor de sais. As condições climáticas severas dificultam o armazenamento de água em reservatórios abertos, expostos à evaporação. Assim, tanto para uso humano, quanto para a agricultura, a oferta de água disponível no semiárido nordestino torna-se insuficiente para atender os seus múltiplos usos e necessidades. Os cursos naturais d'água superficiais são quase na sua totalidade sazonal intermitentes. Ocorre, ocasionalmente, que esses cursos se tornam subperenes em alguns restritos trechos devido a água de reuso despejada na sua calha ao atravessarem perímetros urbanos (Figura 2).

Conforme a urbanização acontece e evolui, as mudanças na hidrologia natural de uma área são inevitáveis. Mudanças hidrológicas e hidráulicas ocorrem em resposta à limpeza do terreno, à terraplanagem e à adição de superfícies impermeáveis (SCHULER, 1987).

Os climas urbanos são modificações locais das condições atmosféricas. A sua formação depende tanto do clima regional, no qual a localidade está situada, quanto dos aspectos naturais e das características da urbanização (GALVÍNCIO; OLIVEIRA; SOUZA, 2017). Ao longo de um percurso pela cidade, onde se sucedem áreas com características relacionadas a diversos aspectos físicos, morfológicos e antrópicos,

notam-se as diferenças de temperatura, de ventilação ou de umidade, entre suas ruas ou bairros, que podem ser mais, ou menos, quentes, úmidos, ventilados do que a média preponderante na região. É exatamente o que ocorre com a cidade de Caruaru, no Agreste pernambucano, com seu crescimento urbano, tornou-se um importante centro urbano nas últimas décadas. Tal desenvolvimento torna-se visível a partir da observação das edificações verticais que surgem no espaço urbano a cada período, fora a expansão horizontal da cidade, com a construção de conjuntos habitacionais. Essas transformações influenciam os níveis de conforto térmico, os níveis de poluição, o consumo de energia e vários danos associados (FREITAS, 2008).

**Figura 2.** Ocupação desordenada das margens da calha do rio Ipojuca no entorno da Feira de Caruaru-PE, com despejo de águas de reuso.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019.

Sobre as alterações ocorridas com a urbanização, relatam Araújo, Almeida e Guerra (2019):

As alterações hidrológicas na bacia hidrográfica são ampliadas após a construção da cidade estar completa. As superfícies impermeáveis, tais como telhados, ruas, estradas, estacionamentos e calçadas, diminuem a capacidade de infiltração do solo e resultam em um grande aumento no volume do escoamento superficial. O fluxo elevado também necessita da construção de uma rede de águas pluviais ou a

modificação dos sistemas de drenagem existentes, para se evitar a erosão das margens de rios e das encostas (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2019, p. 64 e 65).

Cada vez que se insere um volume edificado em um ambiente até então natural exerce-se uma influência sobre os elementos climáticos que o caracterizam, por exemplo, aumentando a temperatura, diminuindo a umidade relativa do ar, modificando a direção e a dinâmica dos ventos e conseqüentemente influenciando na pluviosidade, no seu entorno.

O semiárido brasileiro naturalmente sofre com a escassez hídrica, com essa interferência antrópica tende a ser ainda mais prejudicado e/ou alterado seu regime hidrológico.

## 2.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IPOJUCA

A bacia hidrográfica do rio Ipojuca é uma das principais do Estado de Pernambuco, pela extensão que ocupa e, sobretudo, pela variedade de paisagens e meios bioclimáticos que apresenta. De acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC), dos 10 maiores rios em extensão do Estado, o Ipojuca está em segundo lugar, ficando atrás apenas do rio Pajeú, no Sertão. Abrange uma área de 3.435,34 km<sup>2</sup>, correspondendo a 3,49% da superfície do Estado, expandindo desde o Sertão até a Zona da Mata Sul de Pernambuco (APAC, 2019).

As atividades humanas têm reflexos diretos e indiretos na escassez de recursos naturais, como a água, nas mudanças climáticas e na problemática dos resíduos (Figuras 3 e 4), o que vem induzindo uma reflexão na busca por um novo desenvolvimento (LIMA *et al.*, 2018).

A bacia hidrográfica do rio Ipojuca, está localizada totalmente dentro dos limites do território pernambucano, situando-se entre os paralelos 8° 09' 50" e 8° 40' 20" de latitude sul, e os meridianos 34° 57' 52" e 37° 02' 48" de longitude a oeste de Greenwich.

O rio Ipojuca tem suas nascentes nas encostas da serra do Pau d'Arco, no município de Arcoverde, a uma altitude de aproximadamente 900 m. seu percurso, de 323,9 km. Na área da bacia estão parcialmente inseridos os espaços territoriais de 24 municípios, dos quais apenas 12 possuem suas sedes nela incluídas. É orientado

na direção oeste-leste, com regime fluvial intermitente até seu médio curso. Entre as áreas pertencentes aos municípios de Gravatá e Chã Grande, torna-se naturalmente perene.

**Figura 3.** Degradação do rio Ipojuca no entorno da Feira de Caruaru-PE.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019.

**Figura 4.** Degradação do rio Ipojuca no entorno da Feira de Caruaru-PE. Observa-se a ocupação irregular do terraço fluvial e o lançamento de resíduos sólidos na calha do rio.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019.

Devido a sua conformação alongada no sentido oeste-leste, essa bacia tem uma posição estratégica no espaço estadual, servindo de grande calha hídrica de ligação entre a Região Metropolitana do Recife (RMR) e a região do Sertão do Estado. Os trechos superior, médio e sub-médio da bacia estão localizados nas regiões do Sertão (pequena porção) e Agreste do Estado, enquanto o trecho inferior tem a maior parte de sua área situada na zona da Mata Pernambucana, incluindo a faixa litorânea do Estado (Mapa 1).

**Mapa 1.** Localização da bacia hidrográfica do rio Ipojuca.



**Fonte:** CONDEPE/FIDEM 2011

Dessa forma, o rio Ipojuca serpenteia espaços territoriais de diversos municípios de porte médio, que atuam como polos de desenvolvimento regionais e locais: RD Sertão do Moxotó, RD Agreste Central, RD Mata Sul e RD Metropolitana (Mapa 2).

Diversas cidades agrestinas, entre as quais salienta-se a de Caruaru, tiveram seu sítio urbano estabelecido às margens do rio Ipojuca, sendo por este influenciadas.

Sua área cobre uma superfície de 3.433,58 km<sup>2</sup>, correspondendo a 3,49% do total do Estado, e seu perímetro é de 749,6 km.

**Mapa 2.** Situação da bacia hidrográfica do rio Ipojuca pelas RD's.



Fonte: CONDEPE/FIDEM 2011

Na área da bacia estão parcialmente inseridos os espaços territoriais de 24 municípios, dos quais apenas 12 possuem suas sedes nela incluídas (Quadro 1).

**Quadro 1.** Municípios e Distritos drenados pela Bacia do rio Ipojuca.

Municípios e Distritos (*) Sedes incluídas na bacia (**)	Área dos Municípios		
	Total (km <sup>2</sup> )	Pertencente à Bacia	
		Km <sup>2</sup>	%
Arcoverde (**)	380,60	104,09	27,35
Alagoinha Perpétuo Socorro (*)	180,10	54,61	30,32
Belo Jardim (**) Água Fria (*)	653,6	230,92	35,33
Bezerros (**) Boas Novas (*)	545,70	226,96	41,59
Cachoeirinha	183,20	1,81	0,99
Caruaru (**)	932,00	387,62	41,59
Gravatá (**) Mandacaru (*)	491,50	169,03	34,39
Pesqueira, Mutuca (*), Papagaio (*), Salobro (*)	1.036,00	606,79	58,57
Porção (**) Pão de Açúcar de Poção (*)	212,10	189,62	89,40
Riacho das Almas	313,90	8,19	2,19
Sanharó (**) Mulungu (*)	247,50	235,45	95,13
São Bento do Uma	715,90	70,15	9,80

São Caetano (**), Maniçoba (*)	373,90	262,37	70,17
Tacaimbó (**) Riacho Fechado (*)	210,90	131,81	62,50
Venturosa	326,10	2,22	0,68
Altinho, taguaçu (*)	452,60	6,70	1,48
Sairé	198,70	75,88	38,19
Chã Grande (**)	83,70	68,52	81,86
Pombos (**), Nossa Senhora do Carmo (*)	236,10	66,51	28,17
Vitória de Santo Antão	345,70	39,79	11,51
Amaraji	238,80	60,89	25,50
Escada (**)	350,30	203,73	58,16
Primavera (**)	96,50	79,09	81,96
Ipojuca (**)	514,80	150,84	29,30
	-	<b>3.433,58</b>	-

**Fonte:** Adaptado pelo autor do Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca/IBGE/CONDEPE/FIDEM 2011

### 2.3 A FISIOGRAFIA DA BACIA DO RIO IPOJUCA

Um dos mais significativos trabalhos sobre a fisiografia da bacia do rio Ipojuca foi realizado por Rachel Caldas Lins, numa publicação do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. Em 1981, Lins, analisou em detalhes a Geologia, a Geomorfologia, a Climatologia e a Fitogeografia da área.

A região estudada localiza-se no Agreste Central de Pernambuco, como já foi dito, onde muito embora a vocação seja sobretudo agrícola, a pouca espessura do solo e o regime hídrico irregular, em geral, frustra essa vocação e enfatiza em vez disso o pastoreio. Em relação ao Sertão, e apesar de medíocres, os pastos naturais do Agreste permitem a manutenção de um número maior de cabeças por unidade de superfície. Aí, está, com efeito, o rebanho bovino mais numeroso do Estado (LINS, 1981).

Exceção a essa realidade, devidamente atrelada a espessura do solo, encontram-se no Agreste as áreas de brejos. Referem-se a manchas florestais úmidas e sub-úmidas que ocorrem no Agreste e também no Sertão. Essas manchas verdes ou áreas de exceção, como também são designadas, devem-se aos efeitos da condensação da umidade atmosférica em consequência da altitude. Nessas regiões de encostas, o ar a barlavento é forçado a ascender, resfria-se adiabaticamente, acumula a umidade atmosférica e precipita-se, gerando mais umidade e chuvas.

Obviamente, nos brejos encontram-se as nascentes dos tributários dos rios que cortam o Agreste, como é o caso do Ipojuca.

No tocante a ocupação agrícola dos brejos, o sistema de produção é o da policultura, localizada nas pequenas propriedades onde se praticam atividades de fruticulturas, horticulturas, floricultura, suinocultura, avicultura, lavouras de subsistência e a pecuária, tudo realizado de forma bastante rudimentar.

Na área em estudo, encontramos três brejos influentes: Brejo da Serra dos Cavalos, em Caruaru, Brejo de Serra Negra, em Bezerros e o Brejo da Madre de Deus, no município de mesmo nome. Os brejos são também divisores de água entre bacias hidrográficas.

Caruaru, principal cidade do vale do Ipojuca, acha-se precisamente localizada num compartimento alveolar de relevo do tipo pedimento, no qual vem se concentrar a drenagem de alguns dos seus pequenos afluentes, como os riachos Porção, Bituri, Liberal e Tabocas (LINS, 1981).

O atravancamento do vale do Ipojuca por rochas resistentes manifesta-se na paisagem. Logo após o perímetro urbano do município de Caruaru, em direção a Bezerros, observa-se um lance de muralha fendida de alto a baixo por uma brecha vertical: é o boqueirão de Torres. A toponímia remete ao fato de que, nos dois lados da fenda, as cristas formadas pela erosão fluvial têm aspectos ruiforme torreado. Por essa fenda, como mais de quinze metros de incisão na muralha, passa o rio Ipojuca. Trata-se de um dique de pegmatito, uma rocha ígnea (LINS, 1981). Esse estudo está baseado numa propriedade rural de nome Torres, vizinha ao dique de mesmo nome.

## 2.4 A QUALIDADE DA ÁGUA DISPONÍVEL

O desenvolvimento urbano também causa aumento na quantidade de poluentes. Esses poluentes que ocorrem em áreas urbanas variam muito, desde matéria orgânica comum até metais altamente tóxicos (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2019). Outros tipos de poluentes, inclusive os gases provenientes das descargas dos automóveis e os pingos de óleo proveniente dos carros e caminhões, são o resultado indireto das atividades urbanas (USEPA, 1977).

A palavra poluição é geralmente relacionada a problemas ambientais, nesse sentido seu significado torna-se difuso ou muito abrangente. Então o que é poluição? Miller (2008) conceituou poluição como qualquer acréscimo ao ar, à água, ao solo ou ao alimento que ameace a saúde, a sobrevivência ou as atividades de seres humanos ou de outros organismos vivos. No texto da Lei 6938/1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente define poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente, entre outros aspectos, lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Sobre a importância e a definição do que vem a ser a água no meio ambiente, Lima, Rodrigues e Souza (2018) enfatizam o seguinte aspecto:

A água está presente em nossas vidas mais do que imaginamos, indo além da função básica de nos manter sem sede. A associação de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio,  $H_2O$ , apresenta características que permite assumir os estados líquido, sólido e gasoso, além de apresentar pontos de fusão e de ebulição definidos a uma determinada pressão e a capacidade de dissolver a maioria dos sais, esse aspecto físico e químicos conferem a água inúmeras possibilidades de usos na indústria, na agricultura, na geração de energia, no uso doméstico entre outras aplicações (LIMA; RODRIGUES; SOUZA, 2018, P. 75).

Como a água é um recurso muito utilizado em todas as áreas, o percentual de utilização das reservas disponíveis de água, ao contrário do que muitos pensam, não é maior nas atividades domésticas. O campeão em uso é o setor agrícola, sobretudo na atividade de irrigação. Os dados dos anos de 2006 e 2010, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas – ANA, apontam que o setor agrícola representado pelas atividades de irrigação e dessedentação animal consumiram mais de 50% da vazão retirada nos dois anos avaliados, com aumento considerável na irrigação.

Sobre a degradação desse recurso, Lima, Rodrigues e Souza (2018) afirmam que:

A degradação do recurso hídrico ocorre das mais diversas formas, nesse aspecto, os cursos d'água como córregos e rios tem aporte de afluentes de forma pontual ou difusa. A contaminação pontual geralmente é caracterizada pelo despejo através de canalizações que direcionam águas servidas sem tratamento para os rios ou córregos; a contaminação difusa não tem um ponto fixo de descarte pode ocorrer

de forma direta por escoamento pelo terreno chegando até o corpo d'água ou por carreamento dos poluentes ou contaminação por água de chuva. Há ainda a contaminação dos mananciais subterrâneos, denominados de aquíferos, que dependendo das características geológicas do solo, o contaminante pode infiltrar e acessar o volume de água confinado nas rochas (LIMA; RODRIGUES; SOUZA, 2018, P. 75).

Para tratar do assunto, que visa a utilização da água para fins de irrigação e dessedentação animal, tem-se que buscar a definição de *terra* no contexto mais holístico, para justificar desde o clima até os aquíferos confinados no substrato mais profundo, isso numa visão vertical, como também numa visão horizontal, a justificativa de uma sequência identificável do solo, terreno e elementos de uso da terra e hidrológicos (paisagem). E para isso traz-se a descrição de Araújo, Almeida e Guerra (2019) sobre o assunto:

No sentido usado pelo Grupo de Trabalho Interdepartamental em Planejamento o Uso da Terra da FAO, *terra* é um área delineável da superfície sólida da Terra, cujas características incluem todos os atributos da biosfera, verticalmente acima ou abaixo dessa superfície, incluindo aqueles da atmosfera mais baixa (bacia aérea), o solo e a geologia, a hidrologia (inclusive lagos, rios, pântanos e mangues), a população vegetal e animal, o modelo de assentamento humano e os resultados físicos da atividade humana do passado e do presente (terraceamento, armazenamento de água ou estrutura de drenagem, estradas etc.) (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2019, P. 17).

A classificação da Nova Técnica 7 da UNESCO define as várias regiões através da combinação de duas variáveis climáticas: aridez bioclimática e regime de temperatura. O grau de aridez bioclimática é estabelecido pela relação  $P/E_{tp}$  (média da precipitação total anual/evapotranspiração potencial).

Essa relação apenas fornece uma ideia da aridez ou umidade do clima sem levar em consideração o potencial agrícola ou de pastoreio da região, o qual depende mais do tamanho do período do ano em que o suprimento de água, proveniente da precipitação e do armazenamento no solo, seja suficiente para o crescimento das culturas ou da vegetação. A partir disso, a FAO em seus estudos sobre as Zonas

Agroecológicas desenvolveu o conceito de Comprimento do Período de Crescimento da aridez (LGP – *Length of Growing Period*) (tabela 1).

**Quadro 2** – Classificação das diferentes áreas de acordo com o Comprimento do Período de Crescimento (CPC)

CPC	Classificação
< 1 dia	Hiperárida (deserto)
< 75 dias	Áridas
> 75 - < 120 dias	Semiáridas (secas)
> 120 - < 180 dias	Semiáridas (úmidas)

**Fonte:** FAO (1984).

A análise das informações e da tabela feitas por Araújo, Almeida e Guerra (2019) é a seguinte:

Um Período de Crescimento de Referência se inicia logo que a precipitação excede metade da evapotranspiração potencial (Etp). Pode ser interrompido por um período com baixa temperatura, durante o qual o crescimento não é possível, e termina quando a precipitação cai abaixo da meta da Etp, mais o período necessário para evapotranspirar 100mm de água (que se assume que seja armazenada no solo pelo excesso de chuva), ou menos, se a precipitação não exceder esse limite durante o Período de Crescimento (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2019, P. 18).

O solo, como a água, é um recurso vital para a humanidade, mas geralmente esse recurso é mal avaliado (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2019). Somente 11% da área mundial não apresentam limitações para uso agrícola; em 28% o clima é muito seco, e em 10% é muito úmido; em 23% o solo apresenta desequilíbrios químicos críticos e em 22% é muito raso; os 6% restantes estão permanentemente congelados (FAO, 1980).

Tomando-se por base a realidade atual (e frequente) de períodos de estiagem, historicamente impactando as produções agropecuárias, e os cenários de projeções futuras, fica evidente a necessidade de implementação de ações de revitalização das

bacias, de controle dos desmatamentos, e de gestão participativa de recursos hídricos. Dentre os maiores desafios está a oferta de água de qualidade apropriada para diversos usos, dependente de políticas de saneamento ambiental rural. Neste contexto, devem-se destacar as alternativas de reuso de esgoto doméstico pré-tratado para produção agrícola (GALVÍNCIO; OLIVEIRA; SOUZA, 2017).

A utilização de águas de reuso para produção agrícola ainda é incipiente no semiárido brasileiro, carecendo inclusive de legislação específica para estabelecimento de padrões de qualidade de efluentes adequados à proteção ambiental (GALVÍNCIO; OLIVEIRA; SOUZA, 2017).

## 2.5 A TAXONOMIA DOS OBJETIVOS EDUCACIONAIS

A principal finalidade de elaboração de uma taxonomia de objetivos educacionais é facilitar a comunicação (BLOOM, 1979).

A Taxonomia de Bloom tem por objetivo atingir os três principais domínios do indivíduo: o domínio cognitivo, o afetivo e o psicomotor. O domínio cognitivo refere-se à memória, as capacidades intelectuais do indivíduo. O domínio afetivo tem por objetivos mudanças de interesse, atitudes e valores e o desenvolvimento de apreciações adequadas. O terceiro e último domínio aborda a área da habilidade.

Sobre as necessidades e angústias do professor em expor o conhecimento e avalia-lo, Bloom (1979) afirma:

A aplicação da Taxionomia pode ainda conduzir, pela ênfase dada a certos comportamentos, um conjunto de planos educacionais a uma perspectiva mais ampla. Um professor, ao classificar os objetivos de uma unidade de ensino, por exemplo, pode verificar que todos eles incidem na categoria da evocação ou conhecimentos memorizados, e o exame das categorias da taxonomia lhe traria a sugestão de incluir alguns objetivos relacionados à aplicação do conhecimento e à análise das situações nas quais o conhecimento é aplicado (BLOOM, 1979, p. 2).

A escolha desse método objetiva, a longo prazo, indagar sobre a natureza dos fenômenos com os quais tratamos em todo esse trabalho. Um simples conjunto de termos, técnicas e definições não seria suficiente para atingir o objetivo. Existe a necessidade de um método para ordenar os fenômenos e que permita o

esclarecimento das questões essenciais, bem como as inter-relações entre esses fenômenos.

A estrutura do método está constituída em seis classes principais:

1. Conhecimento
2. Compreensão
3. Aplicação
4. Análise
5. Síntese
6. Avaliação

Segundo a taxonomia, embora seja possível ordenar estas classes em diferentes combinações, essa seria uma possível ordem hierárquica que favorece a categorização dos objetivos educacionais.

Com a utilização do método da taxonomia de objetivos educacionais, a ordem sequencial da estrutura das atividades no espaço amostral será a seguinte:

#### 1. Conhecimento

Segundo o método, trata-se da exploração e exposição de fatos específicos, isolados ou considerados separadamente como partes distintas, em contraste com os fatos que podem ser conhecidos em um amplo contexto, como a evocação de fatos principais sobre o tema; conhecimento acerca dos organismos estudados em laboratórios; fatos biológicos de importância para um entendimento sistemático; aquisição de informações acerca dos principais recursos naturais; evocação e reconhecimento das características de períodos específicos.

#### 2. Compreensão

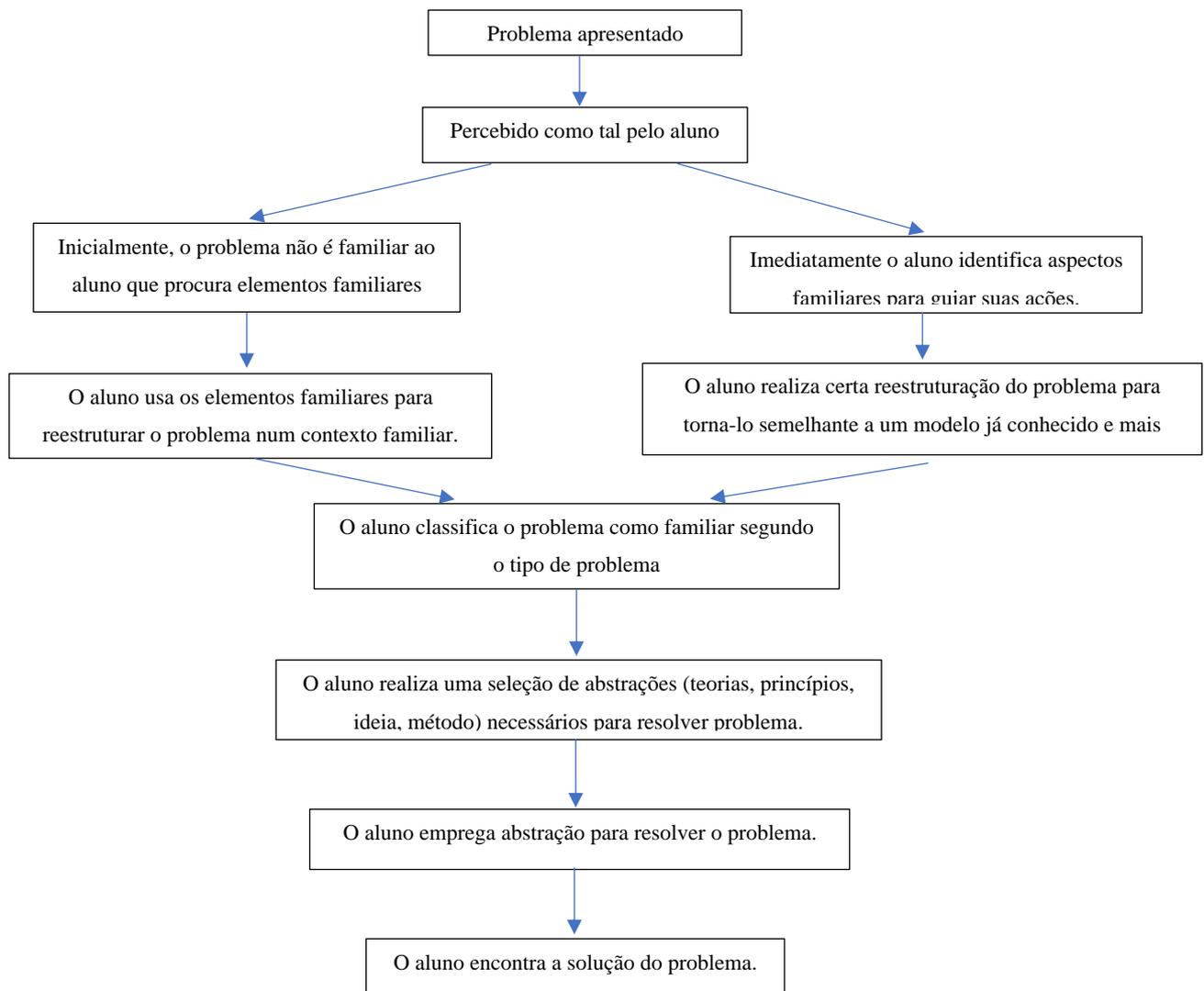
O termo compreensão, num sentido mais amplo, está relacionado com uma maior variedade de comunicação do que a englobada em materiais verbais e escritos. Dentro do comportamento de compreensão *translação*, que segundo a taxonomia significa que um indivíduo pode organizar um comunicação em

outra linguagem, utilizando outras formas de comunicação, as capacidades desenvolvidas são as seguintes: capacidade para transladar um problema apresentado em linguagem técnica para uma menos abstrata; capacidade de transladar uma parte extensa da comunicação em termos mais concisos ou mais abstratos; capacidade para transladar uma abstração por meio de ilustração ou exemplos.

### 3. Aplicação

O gráfico 1 apresenta, em forma diagramática, os processos de solução de problemas ou de revolver questões classificada na categoria “aplicação”:

**Gráfico 1:** Processos de solução de problemas



**Fonte:** Adaptado de Bloom, 1979.

Na aplicação, acentuam-se a evocação e o uso de generalizações ou princípios adequados para o esclarecimento de materiais determinados.

#### 4. Análise

A análise focaliza o desdobramento do material em suas partes constitutivas, a percepção de suas inter-relações e os modos de organização. Orienta-se, também, em relação às técnicas e instrumentos que se empregam para comunicar o significado ou estabelecer o resultado final de uma comunicação (o documentário). Uma vez identificados os diversos elementos de uma comunicação, o aluno ainda tem diante de si a tarefa de determinar as principais relações entre os elementos, fazendo assim a análise de relações em que será exigido: habilidade para compreender as inter-relações de ideias no trecho; capacidade para reconhecer os dados particulares importantes para a validade de um julgamento; capacidade para distinguir relações de causa e efeito de outras relações sequenciais, entre outras análises.

#### 5. Síntese

Entende-se por síntese a união de elementos e partes, de modo a formar um todo. É um processo que trabalha com elementos, partes, etc. e combiná-los para que constituam uma configuração ou estrutura não claramente percebida antes. Esta é a categoria do domínio cognitivo em que se proporcionam ao aluno maiores oportunidades de desenvolver um comportamento criador.

#### 6. Avaliação

Define-se avaliação como o processo de julgamento acerca do valor de ideias, trabalhos, soluções, métodos, materiais, etc. realizados com um determinado propósito. Implica no uso de critérios e de padrões que permitem apreciar o grau de precisão, efetividade, economia ou suficiência de pormenores. Os julgamentos podem ser qualitativos ou quantitativos, e o aluno pode determinar os critérios respectivos, ou outro podem fazê-lo em seu lugar.

## 2.6 A EDUCOMUNICAÇÃO

O método da educomunicação promove a socialização, a produção, reprodução e transmissão de cultura, bem como promove o desenvolvimento de novas habilidades cognitivas: um novo modo de aprender (PEREIRA, 2013).

Apesar de ser atual, moderno e inovador, a educomunicação enfrenta dificuldades vindas que estão presentes na formação inicial e continuada de professores, na ausência de formação das novas gerações para uma apropriação crítica e criativa, na indefinição de políticas públicas, na insuficiência de recursos para ações e pesquisas, nas contradições que envolvem os conceitos e definições, na incoerência dos temas abordados com efeitos negativos e duvidosos, entre outras.

As mídias devem ser pensadas como um conjunto de técnicas de produção e transmissão de mensagens com ajuda de um canal, um suporte virtual, tecnológico ou mesmo físico como um livro, jornal ou revista.

Para fazer uso da educomunicação é necessário um estudo prévio sobre as produções midiáticas (origens, construção, difusão, consumo); questionar-se sobre as modalidades de recepção das mensagens de diferentes mídias e procurar pesquisar sobre sua essência; convidar o aluno à educomunicação é leva-lo a se questionar sobre as relações que estabelecemos com as mídias, individual ou coletiva e conhecer o universo de preferência midiática dos alunos.

Para fazer uso do método da educomunicação, é necessário conhecer quais as práticas: demandas de informações, direito à informação, oferta da informação, perfil do consumidor, audiência; como é construída a informação: funções da informação, produção da informação, linguagem das mídias, tipos de mídias, difusão das informações; como explorar a informação: acesso a informação, diversidade de fontes, tratamento da informação, avaliação da informação; e como produzir mensagens e material midiático: situação de comunicação, escrita jornalística, direito da informação, limites da produção.

A Educomunicação define-se como um conjunto das ações destinadas a:

1– Integrar às práticas educativas o estudo sistemático dos sistemas de comunicação (cumprir o que solicita os PCNs no que diz respeito a observar como os meios de comunicação agem na sociedade e buscar formas de colaborar com nossos alunos

para conviverem com eles de forma positiva, sem se deixarem manipular. Esta é a razão de tantas palestras sobre a comunicação e suas linguagens);

2– Criar e fortalecer ecossistemas comunicativos em espaços educativos (o que significa criar e rever as relações de comunicação na escola, entre direção, professores e alunos, bem como da escola para com a comunidade, criando sempre ambientes abertos e democráticos);

3– Melhorar o coeficiente expressivo e comunicativo das ações educativas.

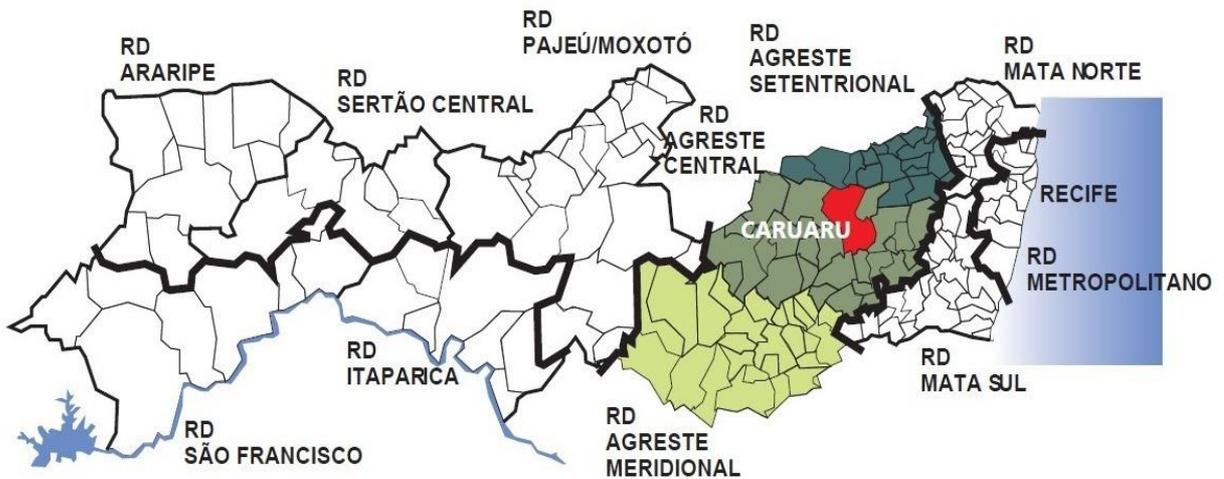
### **3 CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1 MUNICÍPIO DE CARUARU – PE**

O município de Caruaru – PE está localizada na mesorregião do Agreste, denominada de Região de Desenvolvimento Agreste Central (CONDEPE/FIDEM, 2011) e na microrregião do Vale do Ipojuca do estado de Pernambuco (Mapa 3), limitando-se com São Caetano e Brejo da Madre de Deus a oeste, Altinho, Agrestina e São Joaquim do Monte ao sul, Toritama, Vertentes e Taquaritinga do Norte ao norte, Bezerros, Frei Miguelinho e Riacho das Almas a leste (Mapa 4). Segundo o IBGE (2018), sua área de unidade territorial é de 920,610 km<sup>2</sup>, o 2º maior da microrregião, a sede do município localiza-se no par de coordenadas geográficas: Latitude S – 8.28139º, Longitude O – 35.9735º a uma altitude média de 561 m e distante 140 km da capital pernambucana, sendo seu acesso pela BR 232.

A cidade de Caruaru teve seu início em 1681, quando o governador Aires de Souza de Castro, concedeu à família Rodrigues de Sá uma sesmaria (concessão de terras com o intuito de desenvolver a agricultura e a criação de gado) com 30 léguas de extensão (aproximadamente 12 hectares), denominada Fazenda Caruaru. A bovinocultura desempenhou um relevante papel na organização do espaço caruaruense, bem como boa parte do semiárido pernambucano, conforme defende ANDRADE (1981).

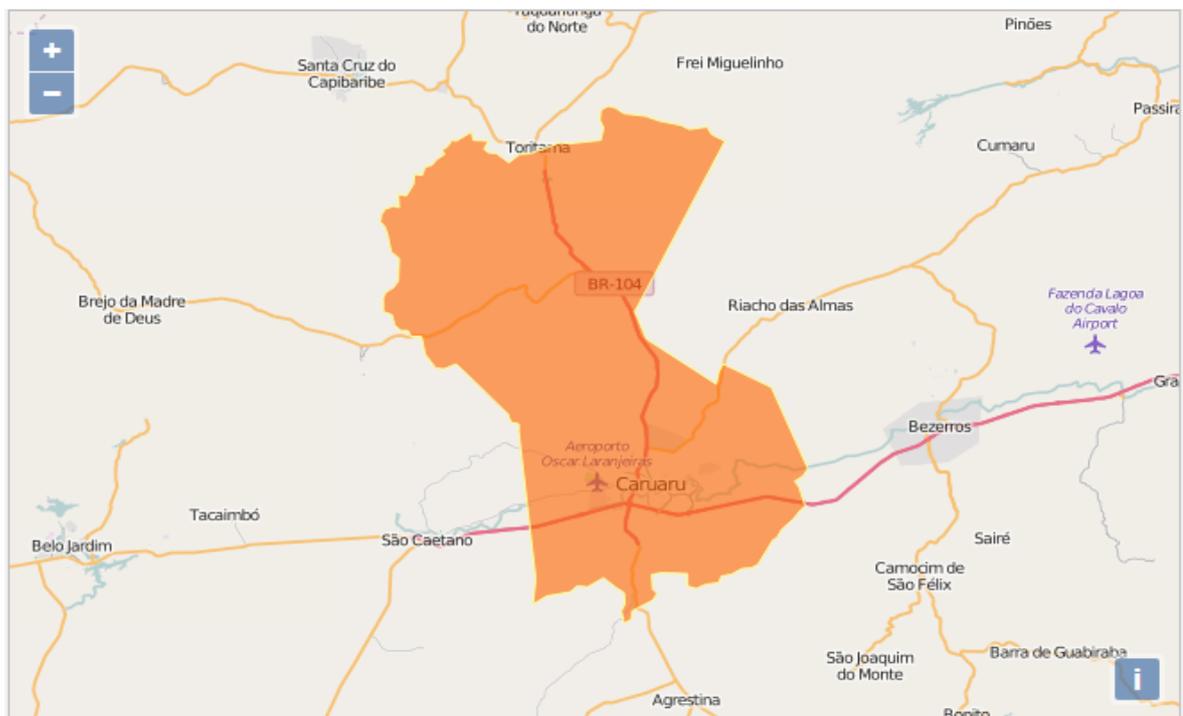
**Mapa 3.** Localização do município de Caruaru na Região de Desenvolvimento Agreste Central.



Fonte: CONDEPE/FIDEM 2011.

Ao longo dos anos, Caruaru recebeu várias denominações, sendo conhecida também como a “Princesa do Agreste”, “Capital do Agreste” e a “Capital do Forró”, designações muito mais do âmbito do domínio cultural que do geográfico, stricto sensu.

**Mapa 4.** Localização do município de Caruaru com seus limites municipais.



Fonte: IBGE Cidades 2018.

### 3.2 POLÍTICA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO

O uso das águas de uma bacia pelas múltiplas atividades econômicas existentes, com problemas gerados por tal uso em decorrência da poluição hídrica, exigem do Poder Público ações de gestão ambiental mais eficientes. Essas ações têm por objetivo planejar o uso desses recursos hídricos, manter ou melhorar sua qualidade, conservação, disponibilidade e utilização racional, garantindo para as gerações atuais e futuras possibilidade de um desenvolvimento sustentável.

Os principais rios de Pernambuco têm suas águas no domínio estadual, isso ocorre quando a nascente e a foz estão localizadas dentro do Estado. Apenas os rios Mundaú, Ipanema e Moxotó nascem em Pernambuco e correm para o sul, em direção ao Estado vizinho, Alagoas, portanto, essas águas são de domínio da União.

O PERH-PE (Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco) tem por orientação o que dispõe a Lei Estadual nº 12.984/2005 da Política Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco, em seu artigo 9º (Quadro 2):

**Quadro 3.** Lei Estadual nº12.984/2005, artigo 9º

Art. 9º. O Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, devidamente compatibilizado com os planos de desenvolvimento econômico, social e ambiental da União, do Estado de Pernambuco e dos Municípios, estabelecerá as diretrizes e critérios gerais para o gerenciamento dos recursos hídricos no Estado levando em conta, os seguintes elementos:

- I. Objetivos e diretrizes de ações conjugadas do Estado e dos municípios com relação ao aproveitamento múltiplo, controle, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos;
- II. O processo de planejamento interativo das ações e intervenções, resultante de discussão dos planos regionais, municipais e setoriais do uso da água;
- III. O monitoramento hidroclimático, zoneamento das disponibilidades hídricas efetivas, os usos prioritários e a previsão dos impactos ambientais advindos do conjunto de programas e projetos propostos;
- IV. Os programas de desenvolvimento institucional, tecnológico e gerencial, de valorização profissional e de comunicação social no campo dos recursos hídricos;
- V. Compatibilização das questões de interbacias e consolidação dos programas anuais e plurianuais das bacias hidrográficas;
- VI. O desenvolvimento de tecnologia e legislação específica para as peculiaridades do semiárido;
- VII. As normas relativas à proteção do meio ambiente; e
- VIII. As diretrizes e critérios para a participação financeira do Estado no fomento de programas, definidos mediante articulação institucional, técnica e financeira com a União, os estados vizinhos, os municípios e entidades internacionais de cooperação.

**Fonte:** disponível em [www.perhpe.com.br/sobre](http://www.perhpe.com.br/sobre). Acesso em janeiro de 2020.

### 3.3 FUNDAMENTOS CLIMÁTICOS

O clima da área estudada, aplicando-se a classificação climática do Brasil, segundo W. Köppen, adaptada por Andrade (1964), insere-se na categoria BShs' (clima semiárido de baixas latitudes com chuvas de outono-inverno). Trata-se de um clima com déficit hídrico, derivado da supremacia dos valores anuais de evapotranspiração potencial sobre a precipitação anual. Esse regime de chuvas decorre da atuação de invasões meridionais da Frente Polar Atlântica, da Zona de Convergência Intertropical, excepcionais Ondas de Leste e de ocasionais Vórtices Ciclones de Altos Níveis. A média térmica anual se situa em torno dos 18° C, com mínimas, no inverno, de 17° C (ANDRADE, 1964).

Para Sobrinho e Falcão (2006), estabelecer classificações climáticas é muito difícil, pois o clima de uma região se compõe de muitos elementos, com variações diurnas, estacionais e anuais. W. Köppen, estabeleceu uma classificação climática com base na temperatura anual e mensal e na precipitação pluvial, além de considerar a cobertura vegetal. Para o semiárido brasileiro, região em que predomina um clima seco e quente ou megatérmico, com temperaturas médias mensais acima de 18° C, três tipos de clima podem ser identificados, de acordo com a classificação de Köppen:

*BShw* – semiárido, com curta estação chuvosa no verão, com concentração das precipitações pluviais nos meses de dezembro e janeiro;

*BShw'* – semiárido, com curta estação chuvosa no verão-outono, com concentração das precipitações pluviais nos meses de março e abril;

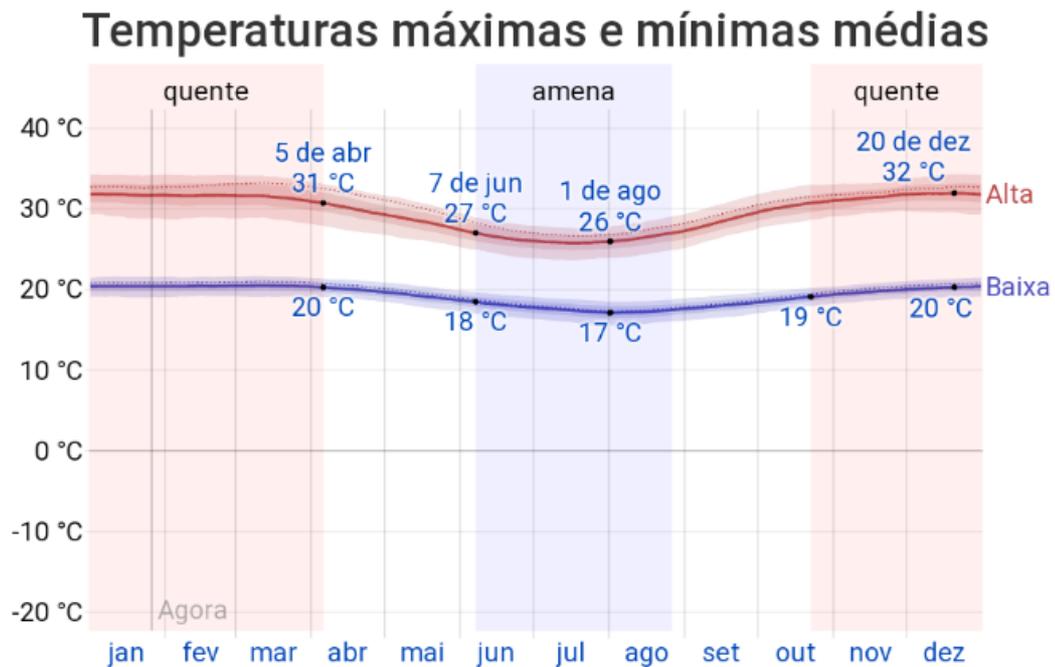
*BShs'* – semiárido, com curta estação chuvosa no outono-inverno, com concentração das precipitações pluviais nos meses de maio e junho.

Em Caruaru, o verão é quente e seco como em praticamente todo o semiárido. O céu quase sempre encontra-se, durante o dia encoberto; o inverno é curto, com precipitações, com ventos fortes e céu quase sem nuvens, à noite. O tempo é caracteristicamente abafado. Ao longo do ano a temperatura varia de 17° C a 32° C (Figura 5).

As chuvas que se verificam, às vezes com caráter orográfico ou convectivo, quando da instalação da Zona de Convergência Intertropical ou de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, no verão e às vezes no início do outono, produzem variações de volume de água no principal rio da bacia, cujo trecho é objeto do presente trabalho.

Há anos secos, especialmente aqueles em que há atividades solar máxima (manchas solares), nos quais o volume de água do rio Ipojuca fica mínimo, sendo nessa situação o maior índice de poluição hídrica verificada na área investigada.

**Figura 5.** Temperaturas máximas e mínimas anuais de Caruaru – PE.



Fonte: <https://pt.weatherspark.com/y/31343/Clima-caracteristico-em-Caruaru-Brasil-durante-o-ano#Sections-Precipitation>. Acesso em janeiro de 2020.

O clima prevalente em Caruaru, de acordo com Köppen, é o BShs', com médias térmicas anuais de 21,7° C e médias anuais pluviométricas de 551 mm, de acordo com Andrade (1964).

### 3.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLOGICOS

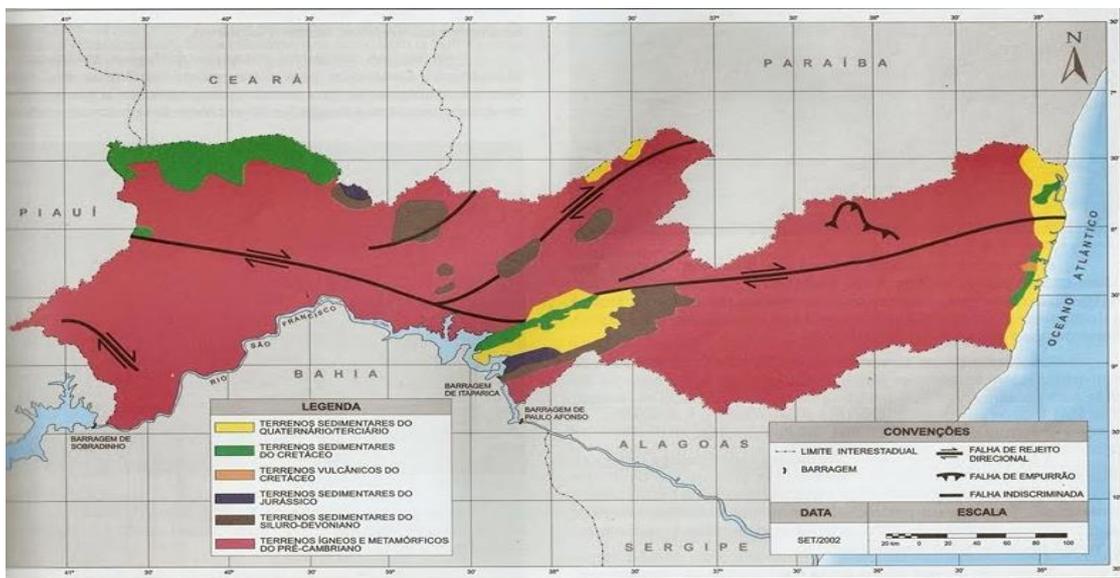
A área em estudo, do ponto de vista geológico, se situa na unidade geotectônica denominada Província Borborema, ou seja, em terrenos muito antigos, de idade pré-cambriana, dobrados, falhados e fraturados. As rochas que afloram nessa área mais frequentemente são granitos, gnaisses, migmatitos, milonitos, xistos e calcários metamórficos (mármore).

Rochas muito antigas formam o embasamento cristalino do Estado de Pernambuco, algumas delas com mais de 1 bilhão de anos. A maior parte é ocupada por rochas cristalinas e metamórficas do embasamento Pré-Cambriano. O Estado foi cenário de conturbado passado geológico, do ponto de vista tectônico, apresentando em vários trechos bastante falhamentos e dobramentos (Mapa 5).

Na região em estudo, o município de Caruaru, surgem gnaisses, xistos e calcários cristalinos, exemplos de rochas metamórficas alteradas devido os episódios tectônicos que ainda são registrados nos dias atuais, porém com um grau de magnitude bem menor. Caruaru é um município pertencente a Província Estrutural Borborema. Foi estruturado basicamente durante o Esteniano/Neoproterozoico.

A geologia do Estado foi marcada por intensas movimentações tectônicas, causa da metamorfose de muitas rochas magmáticas cristalinas como o granito. Essa movimentação ocorreu devido ao estado ser cortado do litoral ao Sertão por uma nítida falha tectônica, de rejeito direcional, hoje sem atividade plena. Trata-se do Lineamento Pernambuco, uma zona de cisalhamento transcorrente de regime dúctil e extensão superior à 900 km. Estende-se do litoral pernambucano, atravessando toda sua extensão longitudinal, até o Estado do Piauí (Mapa 5). Nos tempos atuais, a região onde está localizado município de Caruaru, ainda sofre com abalos sísmicos de baixa intensidade, como já referido. Isso acontece porque a localidade fica no caminho do Lineamento Pernambuco.

**Mapa 5.** Mapa geológico do Estado de Pernambuco.



**Fonte:** Atlas Escolar de Pernambuco (2003).

A gênese e a evolução do relevo terrestre são analisados pela Geomorfologia, um dos ramos da Geografia Física. A descrição do modelado sob a ótica dos complexos físicos e biofísicos são levados em consideração pela Geomorfologia, assim como os processos morfoclimáticos atuais e pretéritos.

O objeto de estudo da Geomorfologia é o relevo da superfície terrestre, no tocante a seus aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos e dinâmicos (JATOBÁ, 1994). São analisadas, na investigação geomorfológica, a ação contraditória dos fenômenos endógenos (que ocorrem no interior da crosta terrestre) e suas ações estruturadoras e a ação dos fenômenos exógenos (clima, vegetação, sociedade etc.) e suas ações esculptoras.

Observando-se segundo o prisma geomorfológico, a área investigada se localiza na unidade geomorfológica conhecida como Depressão Sertaneja, subunidade do compartimento regional Planalto da Borborema. É uma área situada entre serras e maciços residuais que foram elaborados por prologados processos de pedimentação sob condições paleoclimáticas do tipo semiáridas severas. O rio Ipojuca funcionou e ainda permanece funcionando como um nível de base para os processos de erosão lateral morfoescultoras das paisagens investigadas.

No compartimento de relevo citado e na área examinada é possível se observar um conjunto de manifestações tectônicas antigas inseridas na unidade estrutural Lineamento Pernambuco.

A modelagem do relevo é de responsabilidade dos agentes exógenos que estão condicionados basicamente ao sol e aos fatores climáticos, promovendo o intemperismo e a acumulação através principalmente dos processos erosivos. A energia solar é determinante na erosão devido a influência climática atribuída ao sol. Assim, afirma-se que o clima é determinante na formação de vários componentes geomorfológicos, em especial o relevo.

O clima interfere diretamente nas rochas através da meteorização sendo influenciada pela temperatura do ar, pela umidade, pelas precipitações, pelos ventos, e demais elementos do clima.

Sob o clima semiárido, as precipitações pluviométricas interferem no escoamento superficial, na lixiviação, na laterização na área investigada e no regime dos rios, geralmente intermitente. As fortes variações de temperatura diária, conhecidas como amplitude térmica, são responsáveis pelo intemperismo mecânico

das rochas; trata-se da meteorização, ou seja, o fracionamento das rochas por questões físicas ligadas a aquecimento e resfriamento. Esse processo gera detritos que são compostos de seixos angulosos e sub-angulosos. Algumas vezes, o manto de intemperismo, ou regolito, recobre esses detritos que são frutos da meteorização (figura 6).

**Figura 6:** Corte do solo no município de Caruaru – PE. Aspectos do solo abaixo do manto de intemperismo.



**Fonte:** Autor, 2019.

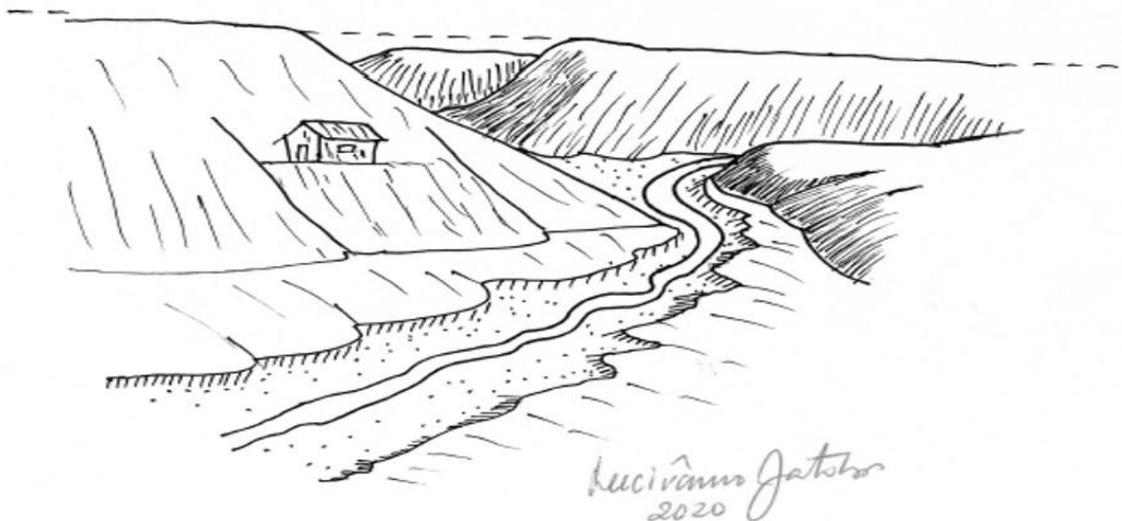
O clima interfere diretamente na formação vegetal, promovendo assim vegetações densas e latifoliadas em áreas úmidas (florestas tropicais úmidas) e vegetação ralas e com folhas aciculifoliadas e caducas como a caatinga que pelas características de espaçamento permitem um escoamento superficial acelerado das águas e pela ausência de material orgânico em decomposição não permite a retenção da umidade próxima ao solo, com infiltração rápida.

A análise geomorfológica da paisagem tem que ser precedida de um estudo paleoclimático, pois vários compartimentos geomorfológicos são herança de processos erosivos desencadeados sob condições climáticas diferentes das atuais (JATOBÁ, 1994). No Nordeste brasileiro, são atestados a atuação de paleoclimas secos durante a Era Cenozóica.

### 3.5 O LINEAMENTO PERNAMBUCO E A PEDIMENTAÇÃO

Como foi relatado anteriormente, os eventos tectônicos que ocorreram na região, um estilo tectônico bem diferente de todo o Brasil, com direção geral leste-oeste, direção, inclusive, da estreita faixa de rochas miloníticas identificadas entre as cidades de Vitória de Santo Antão e Caruaru, passando por Gravatá, uma surpreendente perturbação tectônica, uma falha visível onde o vale do Ipojuca está quase que totalmente encaixado (Figura 7). Chamamos essa falha de Lineamento Pernambuco, uma zona de cisalhamento transcorrente atuantes na região desde o Pré-Cambriano, porém com remobilização após o Jurássico, com a separação dos continentes americano e africano, deixou marcas visíveis no relevo do Estado. Conforme Jatobá (1994), o termo pedimento significa superfície de aplainamento sobre rochas duras (cristalinas e cristalofilianas). Os pedimentos apresentam um perfil côncavo nas partes superior e média da vertente e suavemente inclinado em direção ao talvegue mais próximo.

**Figura 7:** Falha de encaixe do rio Ipojuca.



**Fonte:** Lucivânio Jatobá, 2020.

Essas superfícies côncavas ao longo de milhares de anos vêm sofrendo processos erosivos atuantes em ambientes quentes e secos, formando detritos do tipo elúvios, rochas alteradas no próprio local, ser ter sofrido deslocamento mesmo depois de meteorizadas. Esses sedimentos formam o regolito, o manto de intemperismo.

Ao longo de praticamente toda a bacia hidrográfica do rio Ipojuca, no sentido leste/oeste, é possível observar de ambos os lados essas vertentes pedimentadas que foram deixadas na paisagem pelo cataclisma geológico ocorrido na região a mais de 250 milhões de anos atrás (Figura 8). As vertentes em recuo têm um perfil característico, côncavo na parte superior e média mas descendo afinal em plano inclinado para o talvegue mais próximo (LINS, 1981). A isso se chama “pedimento”, um declive que esquematicamente abrange uma parte rochosa e uma parte constituída por detritos oriundos da vertente e acumulados na base. Duas fases de pedimentação foram identificadas como tendo sucessivamente dissecado o pediplano mais recente. A primeira corresponde ao segundo estágio glacial do Quaternário e a segunda ao terceiro (BIGARELLA & ANDRADE, 1965). Durante o Quaternário o Ipojuca entalhou progressivamente o pediplano encaixando-se nele, à medida que se interrompiam as fases de pedimentação. Sucessivos processos de erosão e sedimentação se seguiram, desse modo, o perfil transversal do vale pode esquematicamente ser representado por um escalonamento de perfis que revelam mais de uma retomada de pedimentação durante o Quaternário.

**Figura 8:** Registro das vertentes pedimentadas da bacia do rio Ipojuca.



**Fonte:** Matheus Alves, 2017.

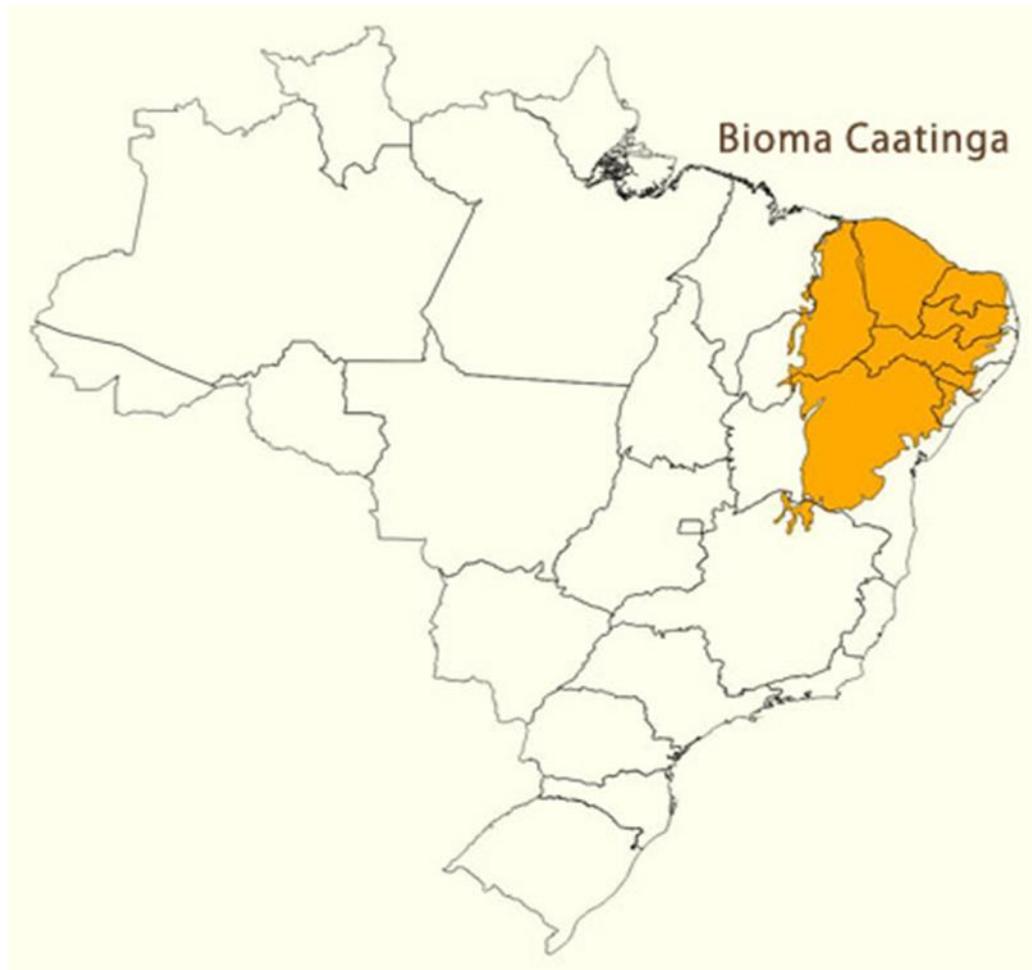
### 3.6 COBERTURA VEGETAL

A Região Nordeste do Brasil ocupa uma área de aproximadamente 1.640.000 km<sup>2</sup>, correspondendo a 19,9% do território nacional e estende-se por dez estados da federação. Cerca de 980.000 km<sup>2</sup> constituem o semiárido nordestino, correspondendo a cerca de 60% no Nordeste brasileiros, sendo que alguns estados têm maior percentual que outros.

As condições climáticas ambientais contribuíram para que, na área, se instalassem formações vegetais edafoclimáticas denominadas caatingas hipoxerófitas. Essas formações apresentam predominantemente um acentuado caducifolismo. Como as espécies vegetais encontram-se espacialmente com uma visível distância entre si, o escoamento superficial adquire particular importância na área.

O bioma característico da mesorregião do Agreste pernambucano, mais especificamente do município de Caruaru, é a Caatinga, o único exclusivamente brasileiro (Mapa 6). A Caatinga está localizada em uma das mais populosas regiões semiáridas do mundo. Trata-se de uma formação bastante ameaçada pelo uso inadequado de seus recursos, com processo de desertificação e perda gradual de fertilidade biológica do solo. A região foi tão alterada pela ação antrópica que sobraram apenas alguns poucos exemplares ecologicamente importantes, de suas diferentes formações vegetais como afirma Sobrinho e Falcão, 2006 (Orgs.). A combinação de solos rasos e pedregosos, conseqüentemente impermeáveis, as variações climáticas com e o cultivo inadequado do solo resultam na degradação do ambiente. A Caatinga é caracterizada pelas inter-relações entre os fatores abióticos e os seres vivos de determinada região geográfica como afirma Freire, 2018 (Org.).

**Mapa 6.** Mapa do Brasil com a localização do domínio do Bioma Caatinga.



Fonte: [www.cerratinga.org.br/caatinga/](http://www.cerratinga.org.br/caatinga/)

A Caatinga é formada por uma ampla variedade de espécies vegetal, em sua maior parte é formada por complexo arbóreo-arbustivo denso. Espécies de suculentas, cactáceas, gramíneas, árvores frutíferas, bromeliáceas, palmáceas entre outras são comuns na Caatinga. Bem como a fauna é bastante diversificada constando a presença de reptéis, anfíbios, mamíferos, roedores, diversidade microbiana, uma extensa variedade de aves entre outros animais.

Vegetação do tipo xerófila, dotada de espinhos, sendo também caducifólias, a Caatinga está adaptada ao ambiente com ausência de umidade, e, apesar dessas condições, a biodiversidade nesse bioma é considerável. O termo Caatinga é uma denominação típica do Nordeste semiárido brasileiro e tem origem com as primeiras civilizações indígenas a habitar a região: caa – mata; e tinga – branca, aberta, assim significa mata branca ou aberta.

Predomina no Agreste pernambucano a Caatinga Hipoxerófila formada predominantemente por espécies arbustivas e arbóreas que perdem as folhas durante a época seca.

### 3.7 SOLOS E AGRICULTURA

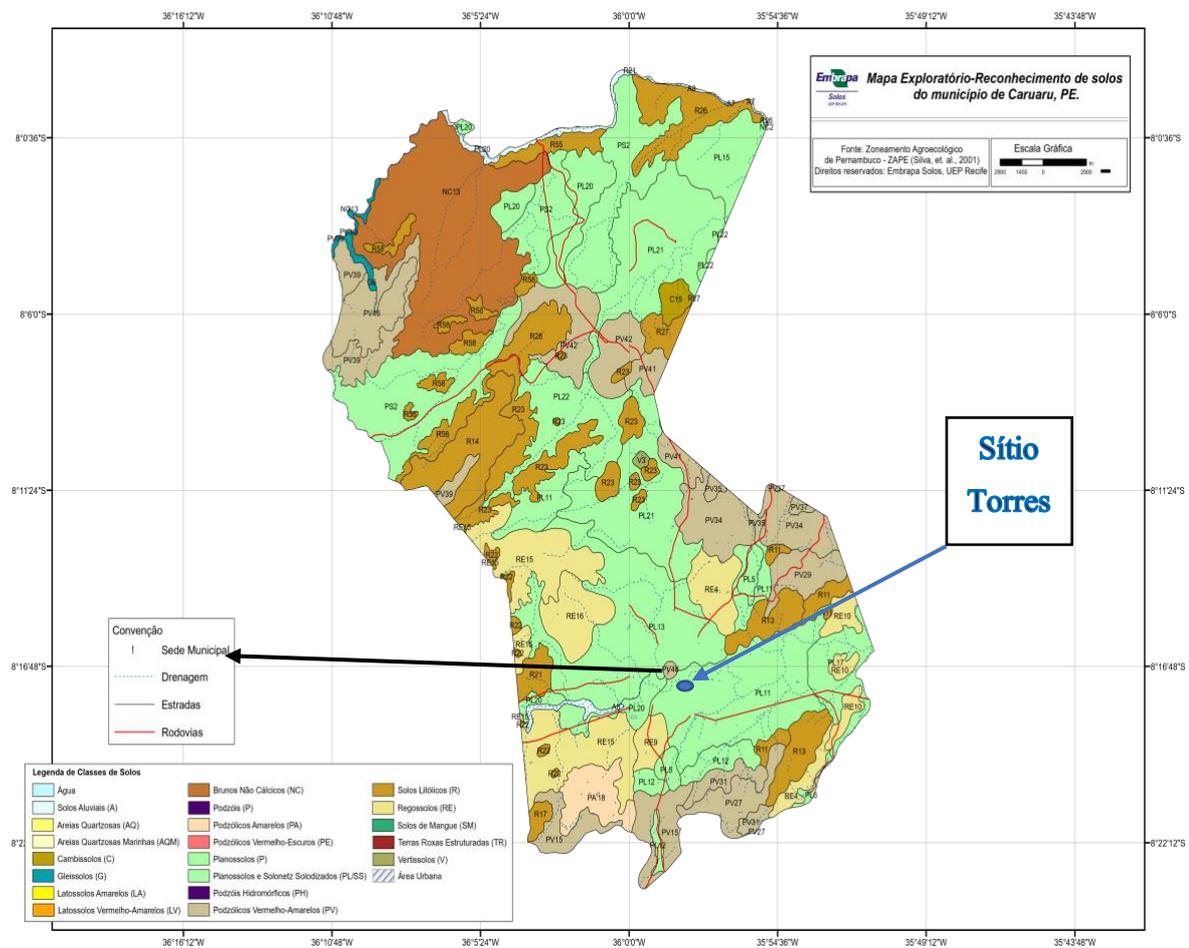
A análise dos solos através do Mapa Exploratório – Reconhecimento de solos do município de Caruaru, PE, identifica solos Planossolos e Solonetz Solodizados na área do Sítio Torres, bairro das Rendeiras próximo à sede do município de Caruaru, também chama a atenção a predominância dos Planossolos em todo o município (Mapa 7).

Os Planossolos e Solonetz Solodizados são solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, morfologicamente e fisicamente similares, tendo como característica distintiva a presença de um horizonte B plânico subjacente a um horizonte (A) e de uma mudança textural abrupta. O horizonte B plânico tem como características marcantes os tipos de estruturas de sua constituição (prismática, colunar, em blocos ou combinações destas formas, podendo ainda conter partes maciças de tamanho variado) e a dominância de cores acinzentadas em reflexo as condições de deficiência de drenagem. Além destas características, também apresentam estruturas adensadas, duras a extremamente duras quando secas, e ainda podendo compreender materiais com diversos níveis de cimentação.

Particularmente, os Planossolos Solonetz Solodizados apresentam-se predominantemente com argila de atividade alta, nos horizontes B e C. São solos imperfeitamente a mal drenados, moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos e permeabilidade lenta ou muito lenta no B.

Quimicamente são solos que se caracterizam pelas elevadas percentagens de saturação por sódio nos horizontes subsuperficiais, mas sendo baixa na superfície. São de reação moderadamente ácida na superfície (pH 5,5 a 6,0) e praticamente neutra a moderadamente alcalina nos horizontes subsuperficiais (B e/ou C) com pH que atinge valores de até 8,7.

**Mapa 7:** Mapa de solos do município de Caruaru com a identificação da área de estudos.



**Fonte:** <http://solos.uep.cnps.embrapa.br/> - acesso: agosto/2020.

De um modo geral, são solos com restrições ao uso agrícola, em função de sua ocorrência em áreas com fortes limitações pela falta d'água (condições semi-áridas), bem como, por apresentarem elevados teores de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais, condições físicas desfavoráveis ao manejo e grande susceptibilidade à erosão. Apresentam, também, limitações por excesso d'água no período chuvoso, devido ao encharcamento do horizonte superficial. Por conseguinte, são solos de muito baixo potencial de uso agrícola. O aproveitamento destes solos é feito, principalmente, com pecuária extensiva precariamente desenvolvida em meio à vegetação de caatinga. Em pouquíssimas áreas, onde o horizonte A é mais espesso, verificam-se algumas culturas de algodão, milho, feijão, mandioca, pimentão, tomate, entre outras.

Tendo conhecimento da problemática do solo da região estudada e observando através das visitas de campo as práticas e técnicas agrícolas utilizadas pelo agricultor

no Sítio Torres, a alto valor monetário dos fertilizantes químicos e as consequências negativas a saúde humana e ao meio ambiente provocadas pelo uso de agrotóxicos contribuiu para que fosse a propriedade fosse incluída nas atividades de “Recuperação e conservação de solos com sinais de degradação a partir do uso de resíduos orgânicos presentes nas propriedades do semiárido” (código da atividade: 26.16.04.004.00.02.007), Projeto Participa – EMBRAPA SEMIÁRIDO, pois estavam previstas práticas agroecológicas de manejo de resíduos na área, para que pudessem ser apresentadas ao produtor e comunidade local. Com isso o uso dos agrotóxicos na área poderia ser até reduzido, tendo em vista o fortalecimento das plantas num solo de melhor qualidade. Diante da pandemia foi inviável construir essa prática finalística, tendo sido apenas resgatado informações e realizado um primeiro diagnóstico participativo na propriedade que apontaria para a necessidade de uso de melhorias com práticas agroecológicas, com o preparo de compostos orgânicos a partir dos resíduos da propriedade.

### 3.8 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O município de Caruaru – PE possui população estimada em 361.118 habitantes e densidade demográfica de 342,07 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2018), ocupando assim a 4ª colocação entre os municípios mais populosos do estado de Pernambuco e o 1º na microrregião do Vale do Ipojuca.

Ainda segundo o IBGE (2018), a taxa de escolaridade de 6 a 14 anos de idade de Caruaru é de 94,9%, o município tem um PIB per capita de R\$ 19.311,06. A taxa de mortalidade infantil é de 11,98 óbitos por mil nascidos vivos, ocupando assim a 94ª posição em relação aos demais municípios do estado.

Na área de educação, o município possui 265 estabelecimentos de ensino fundamental com 53701 alunos matriculados, e 31 estabelecimentos de Ensino Médio com 9648 alunos matriculados. A rede de ensino totaliza 1587 salas de aula, sendo 321 da rede estadual, 355 da municipal e 911 particulares. A rede de saúde é composta de 08 hospitais, 707 leitos, 68 ambulatórios e 115 agentes comunitários de saúde pública. A taxa de mortalidade infantil, segundo dados da DATASUS é de 61,91 para cada mil crianças. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M é

de 0,713. Este índice situa o município em 13º no ranking estadual e em 2758º no nacional.

O município de Caruaru, com seu grande contingente populacional, o maior do interior do Estado. Município que possui grande importância como polo econômico do interior pernambucano e tem grande destaque na rede urbana da região, sendo conhecido maciçamente como Capital do Agreste. Sua polarização é expressa através de sua função comercial, destacada como a maior do interior de Pernambuco, também comprovada pela presença de indústrias e turismo, pela tradição cultural, pela produção artesanal e pela renomada feira que representa hoje um dos principais atrativos turísticos da cidade e é considerada uma das mais importantes feiras do Brasil.

O polo de confecções é composto por vários municípios do Agreste pernambucano e formam hoje o segundo maior do País, atrás apenas do Estado de São Paulo. Nessa região, o maior município é Caruaru, que possui grande importância, exercendo influência sobre diversas outras cidades da região, além de ser o principal ponto de escoamento da produção de confecções do Polo do Agreste, principalmente através da feira.

Segundo o Sindicato dos Lojistas do Comércio de Caruaru – Sindloja, a feira de Caruaru recebeu em 2006 pelo IPHAN, o título de Patrimônio Cultural Imaterial Brasileiro. A feira compõe-se de diversas pequenas feiras: Feira do Paraguai ou de Importados; da Sulanca; do Gado; de Frutas e Verduras; de Raízes e Ervas Medicinais; do Troca-troca; de Flores e Plantas Ornamentais; de Couro (calçado, chapéus, bolsas); de Permanente de Confecções Populares; de Bolos e Seção de goma e doces; de Ferragens; Artigos de Cama, Mesa e Banho; Fumo. Por fim, a mais importante feira, a do Artesanato, que atrai milhares de pessoas todos os anos para conhecer a diversidade cultural existente nos trabalhos dos artesãos caruaruenses. Variedade imortalizada nos versos do poeta Onildo Almeida:

“A feira de Caruaru, faz gosto a gente ver, de tudo que há no mundo,  
nela tem pra vender” – Onildo Almeida – compositor popular caruaruense.

No trecho urbano, onde especificamente está localizada a área da Feira de Caruaru, passa o rio Ipojuca. Ali, particularmente, o rio recebe poluentes derivados

das indústrias e das atividades formais e informais ligadas ao setor têxtil e do comércio em geral. Neste espaço existe ainda o comprometimento da cobertura vegetal da área da bacia e do padrão de drenagem com uso das margens por construções inadequadas, depósitos de resíduos sólidos, descartes de restos de construção, entre outros.

Atualmente, Caruaru cresce tanto verticalmente quanto horizontalmente. Nos bairros próximos ao Centro tem aparecido um número cada vez maior de condomínios verticalizados, com edifícios que facilmente ultrapassam os 20 andares e são de alto padrão e luxo (Figura 9). Bem como nas periferias o crescimento urbano ou se dá de forma desordenada ou com a construção de imensos conjuntos residenciais populares (Figura 10).

O Índice de Exclusão Social, que é constituído por 7 indicadores (pobreza, emprego formal, desigualdade, anos de estudo, concentração de jovens e violência) é de 0477, ocupando a 7ª colocação no ranking estadual e a 2.595º no ranking nacional.

**Figura 9:** Imagens panorâmicas com o crescimento vertical de Caruaru – PE.



**Fonte:** <https://br.search.yahoo.com/?fr=spiqot-yhp-sfmac&ilc=12&type=967150> acesso em janeiro de 2020.

**Figura 10:** Conjunto habitacional popular na periferia de Caruaru – PE.



**Fonte:** <https://br.search.yahoo.com/?fr=spiqot-yhp-sfmac&ilc=12&type=967150> acesso em janeiro de 2020.

#### **4 ROTEIRO METODOLÓGICO**

O trabalho consistiu de duas etapas, distintas e interligadas. A primeira parte, o levantamento de informações técnico-científicas, ocorreu desde o início do mestrado, com as primeiras orientações e fundamentou todo o trabalho dissertativo e o produto apresentado. A segunda etapa foi a elaboração e consolidação de um vídeo-documentário, abordando os aspectos técnicos inerentes a proteção da bacia do Ipojuca e relatos dos principais atores envolvidos na área das mais diversas formas.

Para a realização da primeira etapa foram utilizadas diversas ferramentas, tais como: E-book`s, Google Maps e muitas bases de dados digitais mapas fornecidos pela Embrapa, mapas da bacia do rio Ipojuca constantes no Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca, mapas e tabelas produzidas a partir dos resultados do Projeto Participa da Embrapa Semiárido, mapas geológicos, imagens de satélite. Também realizaram-se diversas visitas de campo às áreas pesquisadas a fim de coletar dados, constatações in loco, fotografias e filmagens, impressões dos atores

envolvidos no processo alvo da pesquisa e coletas de água em vários trechos do rio Ipojuca. Procedeu-se, ainda, uma vasta pesquisa bibliográfica, feita através do acervo do autor e do apoio das bibliotecas Setoriais e Central da UFPE.

Na segunda etapa, composta da elaboração do produto técnico/tecnológico/educacional, o documentário intitulado: *PEDE SOCORRO, IPOJUCA!*, foi idealizado pelo autor, com o apoio técnico do jornalista Matheus Alves da Rocha (documentarista). Tal produto trouxe uma abordagem essencial, pragmática e bastante razoável de fazer filmes de não-ficção, valendo-se de sua compreensão profunda sobre a relação e o conhecimento igualmente aprofundado sobre o tema aqui tratado, levando ao público alvo, estudantes do Ensino Básico, informações diversas sobre o tema.

Por se tratar de um programa de pós-graduação para o ensino das Ciências Ambientais, destacando a formação de professores que atuam no Ensino Básico, visando o aprimoramento das atividades na educação cidadã, a aplicação do resultado final, o documentário, será baseada em dois métodos: a Taxonomia dos Objetivos Educacionais, também conhecida como Taxonomia de Bloom e o método da Educomunicação. Por conta da pandemia do Corona Vírus, o espaço amostral da validação do vídeo-documentário foi composto por mestrandos do ProfCiamb, Extensionistas e profissionais ligados à área.

#### 4.1 SOLICITAÇÃO GERAL DE ANÁLISE DA ÁGUA PARA FINS DE IRRIGAÇÃO REALIZADAS NO LABORATÓRIO AGROAMBIENTAL DA EMBRAPA SEMIÁRIDO – PETROLINA/PE

Para a referida solicitação ser atendida, foram feitas coletas periódicas de água com fins de avaliação de qualidade e para atender a classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos. Tais coletas consistiram na retirada de um pequeno volume (1,5 litros) de água do rio Ipojuca em pontos específicos, relatados anteriormente, esse volume foi acondicionado em garrafas de vidro e encaminhados para o Laboratório da Embrapa Semiárido em Petrolina – PE.

Foram levados em consideração que as coletas de amostragem tivessem uma íntima relação com o local da pesquisa. Houve uma preocupação temporal e com a

conservação das amostras, remetendo ao tempo que elas demoraram para ser analisadas, isso influenciaria na confiabilidade dos resultados das análises.

A importância dessas coletas está no conhecimento sobre a qualidade da água do rio Ipojuca adquirido com as análises, uma vez que o agricultor estudado se utiliza dessa fonte para pôr em prática sua agricultura, utilizando o recurso hídrico na irrigação das suas culturas.

#### 4.2 COLETAS DE ÁGUA AO LONGO DO TRECHO ESTUDADO

A coleta de água foi precedida de visitas feitas ao longo do trecho estudado, compreendido entre Bezerros e Caruaru e no sítio Torres, no ponto de captação da água do rio para ser utilizada na irrigação da propriedade. Inicialmente o trabalho foi desenvolvido utilizando ferramentas participativas, como diálogo com informante-chave, caminhada transversal e mapa da propriedade além de mapa dos insumos e produtos (Boef, 2007, Petersen et al, 2017). A família de Sr. Manoel e D. Regia estiveram participando das discussões e coletas durante todo o tempo produzindo os mapas junto com a equipe que esteve presente nos trabalhos em campo. Por conta da pandemia do Corona Vírus não foi possível aplicar outras ferramentas participativas, mas com as que tinham sido aplicadas foi possível delinear as primeiras impressões da família sobre o ambiente.

Por outro lado, as observações feitas na dinâmica do rio Ipojuca surgiram que as coletas em pontos específicos (Figura 11), formando uma linha do tempo que levava em consideração a fluidez hídrica do corpo d'água. Coletas feitas a montante e a jusante da cidade de Caruaru, coletas feitas no ponto de captação de água para irrigação, bem como nos ambientes lênticos existentes no Sítio Torres e uma coleta feita já no município a jusante de Caruaru, em Bezerros.

**Figura 11:** Imagem de satélite com as indicações de todos os pontos de coleta de água do rio Ipojuca para análise laboratorial.



**Fonte:** <https://earth.google.com/web/@8.26880049,35.901519,505.44759822a,22448.16952652d,35y,0h,0t,0r> acesso em abril de 2020.

Foram feitas coletas nos seguintes pontos do rio Ipojuca:

- Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – local onde há a captação de água do rio para fins de irrigação dos cultivos diversos e para a dessedentação dos rebanhos (Figura 12);

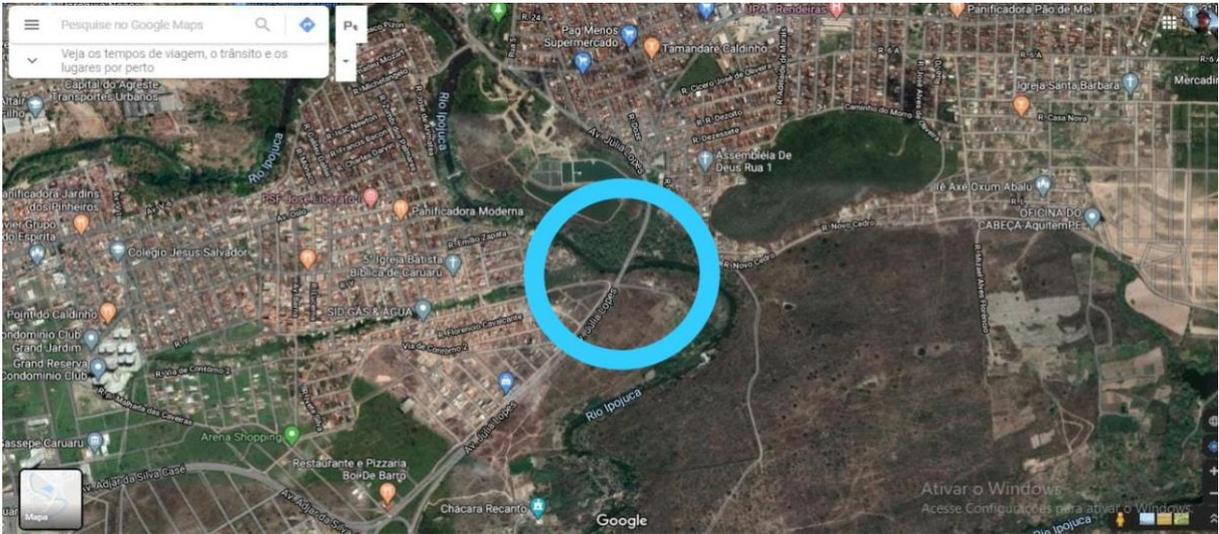
**Figura 12:** Ponto de captação de água do rio Ipojuca no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** <https://www.google.com.br/maps/@-8.2875573,-35.9137107,560m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

- Ponte do bairro Rendeiras – Caruaru – local que configura o término da área urbana da sede do município de Caruaru e o início da zona rural a jusante do rio (Figura 13);

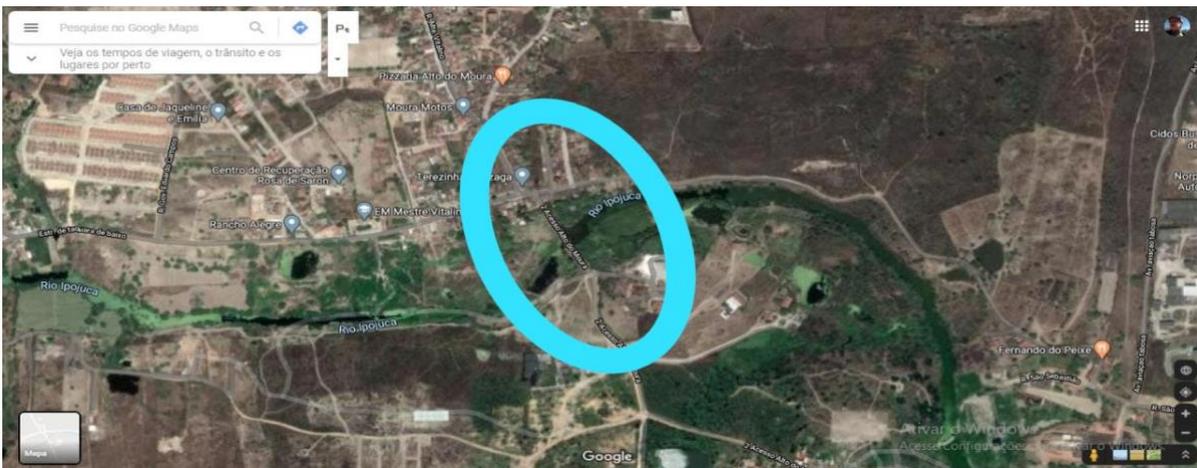
**Figura 13:** Ponte do bairro Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** <https://www.google.com.br/maps/@-8.2859244,-35.9345528,870m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

- Acesso molhado que liga a rodovia BR-232 ao tradicional bairro do Alto do Moura – Caruaru – configura início da área urbana da sede do município de Caruaru e o fim da zona rural a montante do rio (Figura 14);

**Figura 14:** Acesso ao Alto do Moura – Caruaru – PE.



**Fonte:** <https://www.google.com.br/maps/@-8.2985688,-36.0270461,870m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

- Rua Capitão Pedro Pereira – Loteamento Santo Amaro II – Bezerros – Ponto a 200 metros do limite rural/urbano a montante da sede do município de Bezerros (Figura 15).

**Figura 15:** Ponto de coleta no município de Bezerros – PE.



**Fonte:** <https://www.google.com.br/maps/@-8.2403692,-35.7740129,884m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

Na propriedade sítio Torres foram coletadas e analisadas águas em dois ambientes lânticos, chamados aqui de barreiro de cima e barreiro de baixo devido as suas posições na declividade do próprio relevo (Figura 16). O barreiro de cima é usado como reservatório da água bombeada do rio para a partir dele ser novamente bombeada para irrigar as áreas mais íngremes da propriedade (Figura 17). E o barreiro de baixo, não tem utilização, trata-se da água que infiltra do barreiro de cima e fica represada (Figura 18). As análises irão comprovar ou opor-se a hipótese de nele conter águas com menos elementos nocivos a toda a cadeia animal e vegetal.

**Figura 16:** Ambientes lânticos localizados no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** <https://www.google.com.br/maps/@-8.2403692,-35.7740129,884m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

**Figura 17:** Barreiro de cima localizado no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Autor, 2020.

**Figura 18:** Barreiro de baixo localizado no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Autor, 2020.

As coletas com as amostras de água foram feitas nos meses de novembro, dezembro de 2019 e janeiro de 2020. As análises de água para fins de irrigação foram realizadas no laboratório da Embrapa Semiárido em Petrolina, sertão de Pernambuco e geraram em sua maioria três resultados onde foram identificados a presença de elementos químicos como cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, sulfato, o pH e a dureza da água. Além de séries de nitrogênio, fósforo e DQO onde se identificam a quantidade de nitratos, nitritos, fosforo, a quantidade de nitrogênio

existente e o DQO, Demanda Química de Oxigênio ou Carência Química de Oxigênio (CQO), um parâmetro para medir a quantidade de matéria orgânica, através de oxigênio dissolvido, suscetível a ser oxidada por meios químicos que existam em uma amostra líquida e por fim o RESULTADO DAS ANÁLISES DE METAIS PESADOS, onde podemos verificar a presença de zinco, cobre, manganês, ferro, níquel, chumbo e cromo.

Através da verificação dessas análises, poderemos identificar possíveis causas e consequências das agressões sofridas pelo meio.

#### 4.3 A ESCOLHA DO PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO

São tempos instigantes os de hoje. As mudanças na tecnologia e o meio como a mídia é produzida e consumida criam novas oportunidades, e com isso os documentários chegam até novos públicos, tanto local como globalmente (BERNARD, 2008).

Contar histórias em documentários envolve uma série de escolhas criativas acerca da estrutura do filme, da perspectiva, de equilíbrio, de estilo, de elenco e mais ainda. A narração de uma história está no centro da maioria dos bons documentários: personagens fortes, tensão inescapável, resolução verossímil (BERNARD, 2008).

Os documentários conduzem seus expectadores a novos mundos e experiências por meio da apresentação de informação factual sobre pessoas, lugares e acontecimentos reais, geralmente retratados por meio do uso de imagens reais e artefatos.

Baseando-se nos tempos atuais, na era digital em que chegamos, no uso de tecnologias cada vez mais bem elaboradas, eficientes e atrativas é que foi feita a escolha do produto. A muito tempo que se busca inovação para atender a demanda de sala de aula nos vários níveis de aprendizado. São podcasts, aplicativos para smartphones, gamificação e outros recursos virtuais. O formato de documentário, podendo inclusive ser disponibilizado em sites de agências governamentais ou mesmo na plataforma Youtube, podendo alcançar centenas de milhares de pessoas interessadas no assunto. A sábia utilização desses recursos está promovendo um excelente resultado no processo ensino/aprendizagem, diversificando as aulas, tornando-as, inclusive, mais atrativas.

#### 4.4 SEQUÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO DOCUMENTÁRIO

Uma história é a narrativa, é contar um acontecimento, ou uma série de acontecimentos, elaborada de modo a suscitar o interesse do público. Assim pensando nessa história, baseada na pesquisa científica exposta nesse trabalho é que elaboramos o produto técnico/tecnológico, o documentário *PEDE SOCORRO, IPOJUCA*. Em momentos pontuais contamos com o apoio técnico e a assessoria do jornalista Matheus Alves da Rocha, que com sua experiência de documentarista nos auxiliou em algumas das seis etapas a seguir:

##### 1ª ETAPA: a escolha do produto

Com base nos tempos modernos e nas necessidades de se buscar o novo para impactar e realizar a aprendizagem, levando o educando a refletir sobre temas do seu cotidiano, porém ainda pouco valorizado pelo modo como lhe são postos, decidimos inovar trazendo um recurso midiático inovador no Programa de Pós-graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais. Resolvemos produzir um documentário. Essa etapa ocorreu no mês de junho de 2019.

##### 2ª ETAPA: a pesquisa do tema

A boa narrativa em documentário, com raras exceções, depende de uma boa pesquisa. É preciso encontrar um tema, entender sua história e ter certeza de que se está apresentando um ponto de vista equilibrado, inovador, inédito e preciso. A pesquisa científica já estava consolidada, a escolha do produto feita, restávamos alinhar a ideia técnica a parte artística de produção, definir o tema e então partir para o roteiro.

A pesquisa do tema teve objetivo de atender ao domínio cognitivo dos telespectadores, segundo a Taxonomia dos Objetivos Educacionais, uma vez que todas as informações resgatadas no estudo foram utilizadas para aprimorar o vídeo, enriquecendo-o com temas que aprofundaram os conhecimentos de quem estiver assistindo. Essa etapa ocorreu no entre os meses de julho e setembro de 2019.

### 3ª ETAPA: elaboração do roteiro do filme

Com o apoio do jornalista, foi elaborado um roteiro (Apêndice A). Sabíamos que o roteiro de um documentário tende a evoluir no curso da produção. A maior parte das narrações amplifica a narrativa visual e por isso evoluem. Durante a elaboração do roteiro, conhecemos a história idealizada, os personagens necessários, as locações. O roteiro é a materialização da ideia mental, da história a ser contada. Atende-se assim ao domínio psicomotor da Taxonomia dos Objetivos Educacionais por tratar-se da área da habilidade. Essa etapa ocorreu no mês de outubro de 2019.

**Quadro 4:** Roteiro e a relação com a Taxonomia dos Objetivos Educacionais

<b>IMAGEM</b>	<b>OFF (SOM)</b>	<b>OBJETIVOS EDUCACIONAIS</b>
LOGOMARCAS DO PROGRAMA E DEMAIS PARCEIROS	SOM DE ÁGUAS E PÁSSAROS SOBE SOM AMBIENTE	
<b>NOME DO DOCUMENTÁRIO</b>	O AGRICULTOR COMEÇA FALANDO O NOME/ IDADE/ PROFISSÃO/	DOMÍNIO COGNITIVO, Classe do conhecimento
IMAGEM DO SOL NASCENDO NA PROPRIEDADE DO AGRICULTOR  PLANTAÇÃO/ CRIAÇÃO DE GADO	<b>SOBE SOM NOSTÁLGICO FORRÓ INSTRUMENTAL</b>  FALA SOBRE COMO ERA O RIO NOS TEMPOS DE INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA DELE	DOMÍNIO AFETIVO Classe da compreensão
RESIDÊNCIA DO PERSONAGEM		

<p>AGRICULTOR SE PREPARANDO PARA MAIS UM DIA DE TRABALHO</p>	<p>SOM DA NATUREZA</p>	<p>DOMÍNIO PSICOMOTOR Classe da aplicação</p>
<p>ENTRA FOTOS ANTIGAS DO RIO IPOJUCA</p>	<p>PETRÚCIO TAMBÉM FALA DE COMO ERA O RIO NA JUVENTUDE DELE</p>	<p>DOMÍNIO AFETIVO Classe da compreensão</p>
<p>ENTREVISTA COM ALDEMÁRIO/ASPLAMA</p>	<p>ALDEMÁRIO TAMBÉM FALA COMO ERA O RIO ANTES//COMO ELE ERA USADO NO PASSADO/A RELEVÂNCIA</p>	<p>DOMÍNIO COGNITIVO, Classe do conhecimento Classe da aplicação Classe da análise</p>
	<p>DISSOLVE SOM DE ENTREVISTAS – FIM DE BLOCO</p>	
<p>ABRIR COM IMAGEM DO AGRICULTOR IRRIGANDO A PLANTAÇÃO E FAZENDO USO DAS ÁGUAS DO RIO//</p>	<p>ENTREVISTA AGRICULTOR SOBRE COMO ELE UTILIZA AS ÁGUAS DO RIO//</p>	<p>DOMÍNIO PSICOMOTOR Classe da aplicação</p>
<p>CORTA PARA ENTREVISTA COM A PROF. ALINEÁUREA SOBE CRÉDITOS – PROF. ALINEÁUREA CORTA PARA IMAGENS DA ANÁLISE</p>	<p>SONORA PROF. ALINEÁUREA SOBRE A POLUIÇÃO DO RIO SOBE SOM AMBIENTE// ANIMAIS// CARROS SONS DE PESSOAS</p>	<p>DOMÍNIO COGNITIVO Classe do conhecimento Classe da compreensão Classe da análise Classe da síntese</p>

<p>DA ÁGUA DO RIO IPOJUCA</p> <p><b>CORTA PARA SONORA GUSTAVO</b></p> <p>SOBE CRÉDITOS GUSTAVO</p> <p>IMAGENS DA ÁREA URBANA// CURRAIS NAS MARGENS// COMO A POPULAÇÃO</p> <p><b>CORTA PARA SONORA PETRÚCIO</b></p> <p>CORTA PARA ENTREVISTA COM SECRETARIAS E APAC E JORNALISTA LOCAL</p> <p>DISSOLVE PARA TELA PRETA</p>	<p>SONORA GUSTAVO SOARES SOBRE A ORIGEM DA POLUIÇÃO</p> <p>SONORA PETRÚCIO CRESCIMENTO URBANO NA REGIÃO E COMO ISSO AFETOU O RIO</p> <p>OPINIÕES DOS ÓRGÃOS MUNICIPAIS E ESTADUAL SOBRE A DEGRADAÇÃO DO RIO// SONORA JORNALISTA MÁRIO FLÁVIO</p>	
<p>CORTA PARA IMAGENS DE ENCHENTES DO RIO IPOJUCA</p>	<p>SOM DE ÁGUA CORRENDO</p>	<p>DOMÍNIO AFETIVO</p>
<p><b>ABRE BLOCO COM IMAGENS DO RIO COM DADOS DE POLUIÇÃO NO BRASIL</b></p> <p><b>ENTRA SONORA ALDEMÁRIO</b></p>	<p>SONORA GUSTAVO SOBRE IMPORTÂNCIA DAS ENCHENTES E COMO A ÁGUA ENTRA NOS MUNICÍPIOS ESTUDADOS E CONSUMO HUMANO//</p>	<p>DOMÍNIO COGNITIVO</p> <p>Classe da compreensão</p>

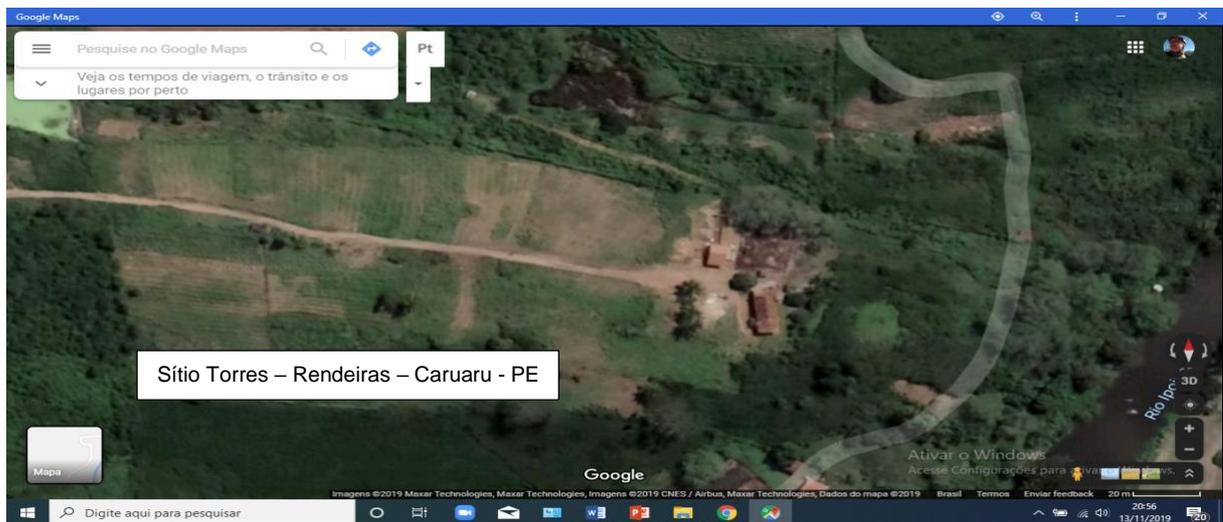
ENTRA IMAGENS DO PROJETO	SONORA SOBRE JANELAS PARA O RIO	
ENTRA SONORA PROF. ALINEÁUREA	SONORA ALINEÁUREA SOBRE COMO A AGRICULTURA PODE AJUDAR O RIO	DOMÍNIO PSICOMOTOR Classe do conhecimento
SONORA SECRETARIAS E APAC	SONORA COM SECRETARIAS SOBRE COMO A POPULAÇÃO PODE AJUDAR O RIO	DOMÍNIO COGNITIVO Classe da compreensão
SONORA AGRICULTOR/ PETRÚCIO/ JORNALISTA / ALDEMÁRIO	SONORA AGRICULTOR E PETRÚCIO SOBRE COMO O PODER PÚBLICO PODE AJUDAR// JORNALISTA MÁRIO FLÁVIO  ALDEMÁRIO FALA SOBRE COMO ESTÁ A IMAGEM DO RIO PERANTE A POPULAÇÃO	DOMÍNIO AFETIVO Classe da síntese Classe da avaliação
SOBE CRÉDITOS DA PRODUÇÃO	SOBE SOM MÚSICA IPOJUCA	
ENTRA FALA POVO	FALA POVO SOBRE A IMAGEM DO RIO IPOJUCA	DOMINIO AFETIVO Classe da análise Classe da síntese Classe da avaliação

Fonte: Adaptado pelo autor, 2020.

#### 4ª ETAPA: a escolha das locações e do elenco

Com o roteiro pronto, surgiu a necessidade de encontrar os personagens principais do documentário, aquele em torno do qual a história se desenrolaria, dando importância ao rio Ipojuca e a sua subsistência. Nesse primeiro momento, foi feita uma busca com o auxílio do Google Maps, e posteriormente realizado o contato com algumas pessoas influentes na sociedade caruaruense e bezerrense, a fim de obter indicações de um agricultor ribeirinho que fizesse uso das águas poluídas do rio Ipojuca para irrigar suas plantações, nosso personagem principal (Figura 19).

**Figura 19:** Imagem da busca com o auxílio do Google Maps e identificação do sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** <https://www.google.com.br/maps/@-8.2875573,-35.9137107,560m/data=!3m1!1e3> acesso em novembro de 2019.

Foi assim que recebemos a indicação do casal Dona Régia Adriana Soares Ferreira e do Senhor Manoel Teixeira da Silva e seus filhos Francisco Soares Teixeira da Silva e João Soares Teixeira da Silva, proprietários do Sítio Torres, na zona rural de Caruaru, próximo ao bairro de Rendeiras (Figura 20, 21 e 22). Assim, atende-se a classe da compreensão e também da aplicação, segundo a Taxonomia dos Objetivos Educacionais. Essa etapa ocorreu no mês de outubro de 2019.

**Figura 20:** Locação principal - Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Autor, 2019.

**Figura 21:** Família de agricultores. Da direita para a esquerda, D. Régia, Francisco, o pequeno João e Sr. Manoel - Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019.

**Figura 22:** Locação principal - Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Autor, 2019.

#### 5ª ETAPA: filmagens

Filmar com uma história roteirizada significa estar preparado para ter todos os visuais de que se necessita para contar a história que se pensa querer contar e estar preparado para as surpresas que provavelmente farão um bom documentário ainda melhor.

Sempre com o roteiro nas mãos, a cada visita a cidade de Caruaru, captávamos mais imagens para o nosso arquivo. Foram imagens da rotina dos personagens principais, imagens na tradicional Feira de Caruaru, imagens com as entrevistas dos populares falando sobre as suas impressões passadas e atuais a respeito do rio Ipojuca, imagens aéreas com o auxílio de drone, imagens de todo um dia a partir do alvorecer até o entardecer no Sítio Torres, entrevistas com vários especialistas nas áreas de agricultura, geomorfologia, ecologia e também trabalhadores do campo (Figura 23, 24, 25 e 26). Todos os entrevistados assinaram um termo de autorização de uso de imagem e depoimento (Anexo A). Foram mais de 20 horas de filmagens.

**Figura 23:** Parte do elenco do documentário.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019

Os entrevistados adicionaram aos vídeos gravados com cada um deles uma forte carga de emoção, ao lembrar, por exemplo, da infância em contato com o rio Ipojuca. Isso revelou que por trás do popular, do transeunte, do agricultor, do pesquisador ou professor de determinada área também estava ali um personagem que viveu épocas remotas diante do rio numa situação bem diferente da de hoje com a poluição. O domínio afetivo, segundo a Taxonomia dos Objetivos Educacionais, assim foi atendido com as gravações, trazendo ao vídeo esse suporte que colabora profundamente com a sensibilização das pessoas que tiverem acesso ao mesmo. Essa etapa ocorreu entre os meses de outubro de 2019 e maio de 2020.

**Figura 24:** Entrevista com o elenco – D. Regia Soares – Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Autor, 2020.

**Figura 25:** Entrevista com o ambientalista, professor Audemário Prazeres na cidade de Bezerros-PE.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019

**Figura 26:** Entrevista com especialista, professor Dr. Lucivânio Jatobá na cidade do Recife – PE.



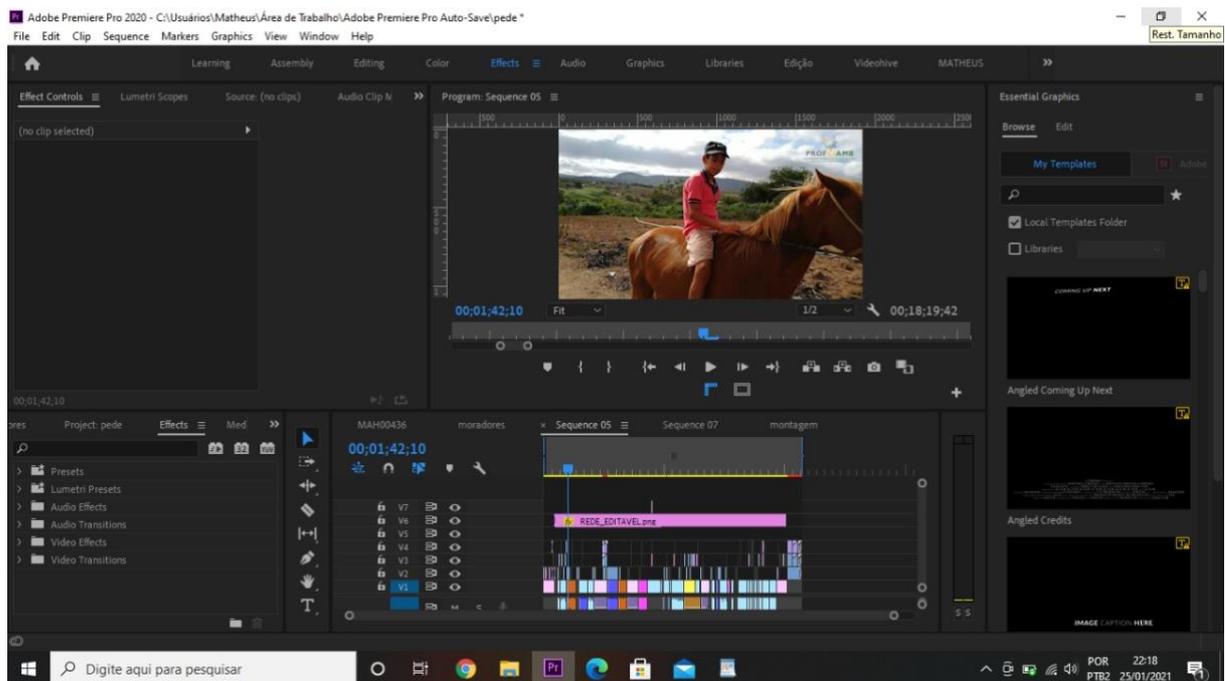
**Fonte:** Alineaurea Florentino, 2020.

#### 6ª ETAPA: edição

Na maioria dos filmes, a história e a estrutura só passam a caminhar juntas quando o editor começa a reunir e cortar o material filmado. Segundo Matheus Alves da Rocha, responsável também pela edição, a magia começa quando começamos a montar as imagens. Matheus foi o responsável pelo enredo que atrai, o emotivo, o narrativo, o popular. A parte técnico/científica do filme ficou a cargo do autor deste trabalho bem como a direção geral do documentário (Figura 27).

Por se tratar de um recurso audiovisual, a preocupação com o áudio sempre esteve presente e continuou na edição. Na edição foi atendido a classe da síntese da Taxonomia dos Objetivos Educacionais, pois foi um trabalho razoável elencar o que realmente deveria entrar no documentário ou não. Essa etapa ocorreu entre os meses de novembro de 2020 e janeiro de 2021.

**Figura 27:** Edição do documentário usando Adobe Premiere Pro 2020.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2021.

#### 4.5 VALIDAÇÃO DO PRODUTO MIDIÁTICO - DOCUMENTÁRIO

A produção do documentário busca o fortalecimento do processo ensino-aprendizagem, de forma contextualizada e interdisciplinar, sensibilizando e conscientizando os envolvidos no tocante a preservação do recurso hídrico em questão, afim de fortalecer a agrobiodiversidade. Também busca atender os critérios de avaliação da CAPES para elaboração de produtos técnicos/tecnológicos, são eles: aderência, impacto, aplicabilidade, inovação e complexidade.

A validação do produto técnico/tecnológico segue as metodologias que norteiam esse trabalho, como um produto midiático, um documentário encaixa-se bem nos critérios adotados pela Educomunicação, ou seja, promover socialização, transmitir cultura, bem como promover o desenvolvimento de novas habilidades cognitivas e afetivas que fazem parte dos domínios da Taxonomia dos Objetivos Educacionais, ou seja, um novo modo de aprender. Um processo de validação é também um processo que atende muito bem na classe da avaliação, segundo ainda a Taxonomia dos Objetivos Educacionais.

Para a validação do produto, foi elaborado um convite (Apêndice B) que foi enviado por e-mail e WhatsApp, direcionando os convidados ao link do Youtube que

hospeda o documentário PEDE SOCORO, IPOJUCA (Anexo B) e ao link para a plataforma Google Forms onde estava o questionário (Apêndice C). O questionário foi elaborado seguindo o critério da classe da síntese, pertencente a Taxonomia dos Objetivos Educacionais.

Após a aplicação do questionário sobre o produto elaborado, foram recebidos os resultados correspondentes a validação. Ao todo foram obtidas 85 respostas, contemplando 14 docentes do Ensino Fundamental público e privado, 18 docentes do Ensino Médio público e privado, 7 docentes do Ensino Superior, 3 docentes do Ensino Técnico, 4 gestores educacional, 4 mestrandos ProfCiamb/UFPE – turma 2019, 1 mestrando ProfCiamb/UFPE – turma 2020, 2 egressos ProfCiamb/UFPE, 5 extensionistas rurais, 1 técnico agrícola e 26 outros profissionais

O questionário tem característica qualitativa, foi composto de um total de 17 perguntas, sendo as 5 primeiras com o objetivo de identificar o candidato; 5 sobre o documentário; 5 sobre o documentário como produto técnico e tecnológico segundo os critérios da CAPES e outras 2 perguntas sobre as impressões pessoais sobre o vídeo/documentário.

O formulário do Google Forms ficou disponível durante o período de 12 de janeiro de 2021 até 25 de janeiro de 2021.

Após o retorno dos resultados foi possível observar diversas impressões dos participantes da validação do produto. A última questão do formulário era uma pergunta que pedia a impressão do participante sobre o documentário em uma palavra, surgiram diversas impressões, das diferentes categorias de pessoas que participaram. Como o documentário foi elaborado para sensibilização, compreende-se que este aspecto ficou claro entre os participantes. Como mostra as nuvens de palavras que seguem (Figuras 28, 29, 30, 31, 32 e 33).





## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

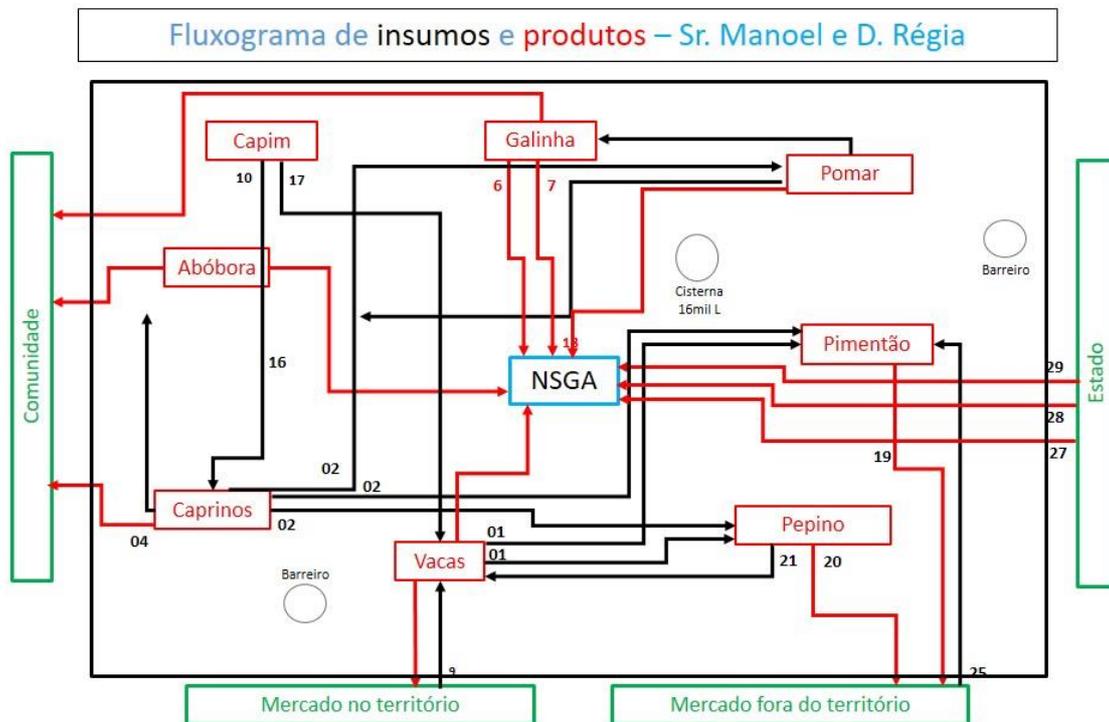
Todas as atividades de campo, coleta de amostras de água e captação de informações e das imagens, elaboração do vídeo-documentário com posterior validação desse produto resultaram em diversas informações que serão apresentadas e colaboraram sobremaneira com o alcance dos objetivos propostos pelo trabalho.

A partir da vivência com a família do Sítio Torres foi possível perceber a diversidade de atividades produtivas que compõe o dia a dia daquele espaço e um pouco das dinâmicas de fluxo de energia que podem desenvolver processos de alteração das características de solo e da água do local (Figura 34).

Além desse aspecto natural pode-se observar que também existe um fluxo significativo de energia e produtos para a comunidade e para o mercado, o que revela mais ainda a interligação forte que existe entre a zona rural, representada pelo Sítio Torres e as áreas adjacentes, comunidade, inclusive zona urbana do município de Caruaru-PE.

Apesar de obter muitos produtos dos subsistemas elencados no fluxograma, a família ainda depende de muitas entradas de produtos do estado, o que pode sugerir uma certa dependência com este órgão. Estes aspectos todos seriam trabalhados com a família encontrando formas de minimizar os possíveis problemas, com planejamento adequado e gestão ambiental correta da área a ser construída com eles. Mas a pandemia do Corona Vírus impediu que a equipe voltasse a campo e não foi possível essa finalização.

**Figura 34:** Fluxograma de Insumos e produtos produzidos com a família de D. Regia e Sr. Manoel no Sítio Torres. Caruaru-PE, novembro de 2019.



Fonte: Alineaurea Florentino, 2021.

## 5.1 CICLO DA DEPENDÊNCIA AMBIENTAL

O Ciclo da Dependência Ambiental foi o nome dado ao processo cíclico identificado através das observações de pontos de descargas de efluentes domésticos, comerciais e industriais na calha do rio Ipojuca nos trechos em que atravessa o núcleo urbano de Caruaru. Visitas *in loco* encerraram a coleta de informações e análises críticas antes de se obter os resultados. O processo identificado mostra claros sinais de degradação, reforçados pelas análises químicas das águas que foram coletadas em algumas épocas do ano. As atividades antrópicas voltadas para o comércio e indústria existentes na área urbana despejam diversos resíduos que podem alcançar os lençóis de água subterrânea ou contaminar o rio na superfície. A produção de alimentos, necessária a sobrevivência das famílias que geram essa atividade econômica na cidade de Caruaru e adjacências implica muitas

vezes no uso de produtos e insumos que são lançados no solo e alcançam o leito do rio superficial ou das águas subterrâneas. A população consome os produtos que podem ser contaminados pela própria ação humana, visibilizando claramente a ideia do ciclo. O termo dependência que faz parte da denominação do ciclo mostra-se por todas as dificuldades inerentes a ausência de uma das partes. Não se concebe a cidade de Caruaru sem a geração de renda (e de resíduos) assim como não se pode manter essa cidade sem a produção de alimentos com as águas do Ipojuca.

Outra discussão feita junto com os atores locais do trecho estudado foi sobre o ciclo de poluição, chamado aqui de Ciclo da Dependência Ambiental (Figura 35). Trata-se do uso das águas poluídas a montante pelos agricultores que irrigam culturas a jusante (Figura 36) e que assim fazem por falta de opção e por não terem conhecimento empírico sobre o assunto. Diversos fatores podem ser observados e que explicam as consequências danosas do mau uso das águas do rio Ipojuca e ausência de tratamento adequados dos efluentes. O Ciclo da Dependência Ambiental representado, pode ser um dispositivo de fácil compreensão para devolução dos resultados aos produtores e melhor visualização do panorama que pode se agravar caso não sejam tomadas medidas para sensibilização da população.

**Figura 35:** Esquema do Ciclo da Dependência Ambiental.



**Fonte:** Autores, 2019.

**Figura 36:** Agricultor captando água para irrigação no rio Ipojuca no Torres no bairro Rendeiras a jusante da cidade de Caruaru – PE.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019.

Práticas agrícolas mais sustentáveis podem ser uma solução para reduzir a velocidade dos efeitos deletérios do uso desse tipo de água. Os cursos de água superficiais são em geral intermitentes, em virtude de inexistir escoamento de base significativo (GALVÍNCIO; OLIVEIRA; SOUZA, 2017), o que exige da assistência técnica maior atenção sobre o uso e manejo dessas fontes hídricas e possivelmente uma proteção de todas elas.

A maneira encontrada de apresentar os impactos que surgiriam a partir desse ciclo e que fossem facilmente identificáveis foi a análise da água em determinados pontos em duas épocas distintas, mostrando algumas alterações nas características da mesma.

Os resultados das análises químicas realizadas nas amostras de água coletadas nos diversos pontos estão apresentados quadro 4. De uma forma geral a análise das águas revelou características não adequam-se ao uso continuado para irrigação, sob risco de acúmulo de sais no solo. Caso seja utilizada por longos períodos, sem uma drenagem eficiente a água utilizada poderá ocasionar risco de salinização do solo da área de cultivo e conseqüentemente risco de eutrofização da fonte de água da propriedade.

De maneira geral, os volumes de água presentes nos aquíferos analisados são insuficientes e de qualidade inadequada para atendimento aos usos múltiplos das comunidades rurais, comparando-se com os dados da Resolução do CONAMA nº. 357 (CONAMA, 2005).

**Tabela 1:** Resultados da análise química das amostras coletadas em Caruaru-PE e Bezerros-PE. Novembro 2019 e janeiro 2020.

Local	Período	Ca <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup> /Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>	Cl	pH	CE	RAS	DUREZA	CLASSIFICAÇÃO	
		mg/L						mS/m		ppm				
2.Captação p/ irrigação (P3)	Out 2019	56,64	0,125	110,4	25,35	264,74	532,8	298,2	7,3	1,046	3,505	7,5	Branda	C3S1
3.Trecho do rio que atravessa o sítio(P3)	Nov 2019	88,0	238,08	156,4	39,0	286,7	487,87	325,89	7,27	0,929	4,460	9,3	Branda	C3S1
4.Ponte do bairro Rendeiras(P.2)	Nov 2019	80	2.048	179,4	31,2	109,8	193,92	427,12	7,5	0,95	5,515	8	Branda	C3S1
5.Ponte do bairro Rendeiras(P.2)	Jan 2020	70,4	235,52	93,15	24,57	225,7	270,33	299,26	6,88	1,367	2,670	9,2	Branda	C3S1
6.acesso molhado(Ponto)	Nov 2019	64,32	222,72	372,6	58,5	339,16	527,04	1569,81	7,5	2,95	10,985	8,7	Branda	C4S3
7.Acesso molhado (P.1)	Jan 2020	313,6	1410,56	450,8	54,6	334,28	288,96	1410,06	7,34	5,63	5,281	55,1	Branda	C4S2
8.barreiro de cima	Jan 2020	82,24	264,70	151,8	21,45	183,24	398,68	304,58	7,03	1,681	4,105	10,34	Branda	C3S1
9.barreiro de baixo	Jan 2020	177,6	632,32	322	15,6	281,8	281,18	642,19	7,04	2,85	5,634	24,7	Branda	C4S2
10.rua Capitão Pedro Pereira	Nov 2019	22,4	222,72	147,2	31,2	168,36	166,56	675,21	7,02	1,02	7,341	3,04	Branda	C3S2

Fonte: Alineaurea, 2021.

Os dados das análises químicas para fins de irrigação, o trecho 2 onde a coleta foi feita trata-se do ponto de captação direta de água do rio Ipojuca, feita pelo agricultor para irrigar as culturas produzidas no sítio Torres em Caruaru (figura 37). Esses resultados trazem um parâmetro real da qualidade da água ofertada pelo agricultor as suas culturas, além de servir também como recurso para a dessedentação dos pequenos rebanhos que existem na propriedade.

**Figura 37:** Coleta de água do rio Ipojuca para análise laboratorial – sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Matheus Rocha, 2019.

Os resultados indicaram a classificação C3S1, ou seja, uma alta salinidade devido à baixa condutividade elétrica e uma baixa sodificação devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e a Condutividade Elétrica (CE) apresentar resultados satisfatórios (Apêndice D).

## 5.2 RESULTADOS DAS COLETAS NA PONTE DO BAIRRO RENDEIRAS

Os resultados trazem uma variação observada nos dois meses que separam as coletas, onde as análises feitas em novembro de 2019 apresentam resultados superiores as análises feitas em janeiro de 2020. Isso deve-se a episódios de chuvas

torrenciais que fizeram o fluxo do rio Ipojuca aumentar e os resíduos serem carregados a jusante, em direção a foz.

Os resultados indicam que a classificação permanece a mesma C3S1, ou seja, uma alta salinidade devido à baixa condutividade elétrica e uma baixa sodificação devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) apresentar resultados satisfatórios.

### 5.3. RESULTADOS DAS COLETAS NO ALTO DO MOURA

As análises são referentes a um ponto de coleta que esperava-se haver baixos índices químicos e uma qualidade de água muito melhor, porém devido ao baixo fluxo de água e grande quantidade de vegetação macrófita, pela quase intermitência do rio nesse ponto os resultados são alarmantes. As observações atestam que a cidade de Caruaru é responsável pela grande quantidade de detritos oriundo de efluentes águas cinzas, águas negras e dejetos oriundo de atividades comerciais e industriais despejados diretamente no rio Ipojuca, assim o rio deveria ter uma qualidade melhor no perímetro rural a montante da cidade, porém as condições naturais e a dinâmica do rio gerando altos índices de elementos químicos contradizem essa possibilidade.

Episódios de chuvas torrenciais fizeram o fluxo do rio Ipojuca aumentar e os resíduos serem carregados a jusante também nesse trecho, promovendo assim a limpeza da calha e uma sensível melhoria nas análises de janeiro de 2020, inclusive na qualidade da água.

Na coleta de novembro de 2019, a classificação da água é C4S3, ou seja, uma salinidade muito alta e uma água com alto teor de sódio devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) apresentar resultados elevados.

Na coleta de janeiro de 2020, a classificação da água é C4S2, onde a salinidade continua muito alta, todavia a água apresenta uma pequena redução na sodificação apresentando uma média taxa de sais devido à baixa na Relação de Adsorção de Sódio (RAS) que ainda apresentar resultados elevados aos padrões. Observa-se uma tendência em certos trechos do rio Ipojuca, de melhoria da qualidade de suas águas com o aumento do volume de água a partir das águas de chuva. Isso promove certo alento na população que lança mão de critérios simples de classificação da água, como a cor ou o odor, porém as análises mostraram que apesar de melhora na

qualidade as águas desse rio ainda contêm elementos de certa forma acima dos níveis aceitáveis.

#### 5.4 RESULTADOS DAS COLETAS NOS AMBIENTES LÊNTICOS DO SÍTIO TORRES

Foi constatado que na propriedade rural onde se desenvolveu o estudo havia dois reservatórios de água, conhecidos como ambientes lênticos, chamados de barreiro de cima e barreiro de baixo, isso devido a seu posicionamento no terreno com uma cota altimétrica de 3 metros de desnível entre eles. Através dos relatos do agricultor concluímos que o de cima funcionava como uma estação elevatória da água bombeada diretamente do rio Ipojuca e que servia para irrigar outras áreas em outras cotas altimétricas do terreno. E o barreiro de baixo tratava-se do acúmulo de água que infiltrava do barreiro de cima pela fenda onde estavam localizados, este não tinha serventia. A hipótese era que o barreiro de baixo pudesse ter águas com uma qualidade melhor, porém as análises mostraram o contrário.

A amostra de água coletada do barreiro de cima, tem uma qualidade de água um pouco melhor que do barreiro de baixo. A análise mostra uma classificação com ordem C3S1, ou seja, uma alta salinidade devido à baixa condutividade elétrica e uma baixa sodificação devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e a Condutividade Elétrica (CE) apresentar resultados satisfatórios.

Já a amostra de água coletada do barreiro de baixo, tem uma classificação da água ordenada por C4S2, em que apresenta salinidade muito alta e um teor médio de sódio, deve-se a danos já causados ao solo pelo salinidade e adição de fertilizantes e agrotóxicos químicos que são carregados para esse ambiente pela lixiviação em episódios de precipitação pluviométrica ocasional. No caso das práticas agrícolas realizadas em áreas declivosas e frágeis, pode ocorrer processo severo de erosão hídrica e contaminação dos recursos hídricos, pela grande quantidade de sedimentos que chegam aos corpos d'água. A erosão hídrica causa alteração na qualidade do solo a partir da perda de matéria orgânica e nutriente, com a consequente redução da sua capacidade produtiva. Para compensar o desequilíbrio produtivo, o agricultor aumenta o aporte de fertilizantes e outros insumos, e, portanto, aumenta os níveis de degradação da água (MERTEN e MINELLA, 2002).

As atividades agropecuárias são uma fonte importante de contaminação em regiões onde ocorre concentração elevada de atividades de criação de animais em confinamento como suinocultura, pecuária de leite e avicultura. Em geral, o manejo dos dejetos está associado a sistemas de tratamento primários e à utilização destes materiais como fertilizantes. Porém, essas atividades são praticadas em pequenas propriedades, com pouca disponibilidade de área, para aplicação dos dejetos, resultando em taxas de aplicação exacerbadas destes produtos no solo e, conseqüentemente, poluição hídrica por lixiviação (EMBRAPA, 1998).

Isso justifica a inviabilidade da água armazenada no barreiro de baixo para projetos de irrigação e demais utilizações, sendo atestados pela análise expressa na tabela abaixo.

## 5.5 RESULTADOS DA COLETA NO MUNICÍPIO DE BEZERROS

Essa coleta atesta a ideia de que o rio sem a ação antrópica direta, sem a emissão de efluentes em grande quantidade em sua calha, pode se recuperar.

Em seu trajeto, atravessando seus 24 municípios, o rio Ipojuca intercala trechos urbanos com trechos rurais, ao todo são 12 trechos urbanos que o agridem diretamente com suas emissões de efluentes. Assim, após atravessar a cidade de Caruaru, o rio passa por toda uma extensão rural até chegar no seu próximo centro urbano no município vizinho, a cidade de Bezerros, a jusante, distante de Caruaru no sentido oeste-leste 32,7 km via BR-232.

As agressões sofridas pelo rio são provenientes das práticas agrícolas como a drenagem das precipitações pluviométricas que lixiviam o solo, carreando consigo os agrotóxicos, pesticidas, fertilizantes e adubos químicos utilizados no solo e nas agriculturas localizadas a sua margem. Essa emissão de produtos químicos oriundo de práticas agrícolas são responsáveis por processos de eutrofização no ambiente, surgindo então grande quantidade de matéria orgânica alterando assim a Condutividade Elétrica (CE) e conseqüentemente a Relação de Adsorção de Sódio (RAS).

O resultado da análise apresenta resultados inferiores aos anteriormente analisados em praticamente todos os elementos, apenas a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) apresenta uma alteração considerada, fazendo com que a classificação

da água continue mostrando C3S2, indicando uma alta salinidade e um médio teor de sal.

Toda água usada na irrigação contém sais dissolvidos. O efeito destes sais sobre as características químicas e físicas de solos irrigados é de grande importância para a manutenção da sua capacidade produtiva (CORDEIRO, 2001).

## 5.6 BIOINDICADORES DE POLUIÇÃO E REGENERAÇÃO DO RIO IPOJUCA

Bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, abundância e condições são indicativos biológicos de uma determinada condição ambiental. São importantes para correlacionar com um determinado fator antrópico ou um fator natural com potencial impactante, representando importante ferramenta na avaliação de integridade ecológica, condição de saúde de uma área.

Como parte natural integrante do processo de regeneração do rio, a presença dos bioindicadores (espécies macrofitas) que se proliferam rapidamente e eficientemente no leito do rio Ipojuca, são um indicio que com a sensibilização das pessoas com a causa a regeneração do corpo hídrico poderá ser mais eficiente e mais acelerada.

As inúmeras incursões ao leito do rio Ipojuca, os episódios de cheias ocorridas ao longo do período de visitas e as análises de águas feitas foram fundamentais para identificar a importância que essas plantas aquáticas têm no tocante ao processo natural de regeneração do corpo hídrico extremamente agredido nos ambientes urbanos e rural.

Apesar de se tratar de um ambiente lótico, relativo a águas continentais moventes, o rio Ipojuca sofre com seu regime hídrico e depende basicamente das chuvas para ter sua fluidez considerável garantida. No trecho estudado, caracteristicamente, deveria ser intermitente pois como já foi dito anteriormente, as chuvas que se verificam, às vezes tem caráter orográfico ou convectivos quando da instalação da Zcit ou de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, no final do verão ou outono, tais eventos produzem variações de volume de água na bacia do Ipojuca.

O volume de água do rio Ipojuca varia muito, sendo mínima a maior parte do tempo, o que indica um maior índice de poluição hídrica verificada. O que justifica isso é que não sendo alimentado naturalmente por afluentes ou por águas pluviais frequentes, a presença do volume de água constante é indício da emissão de água de reuso, principalmente originárias de emissores domésticos, comerciais e industriais, que despejam esgoto cru e demais dejetos na calha do rio Ipojuca.

Devido aos altos índices de poluição gerados pela ausência de um sistema de esgotamento sanitário com tratamento adequado na quase totalidade dos municípios que estão localizados na bacia do rio Ipojuca, exceto na cidade de Tacaimbó, onde existe uma ETE, trata-se da primeira obra de esgotamento sanitário executada pela Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa, ação integrante do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (PSA Ipojuca), que busca atender com serviços de esgoto as cidades que são banhadas pelo manancial em Pernambuco.

Assim, poluído por efluentes urbanos, esgotos de água de reuso, despejados sem tratamento sanitário adequado, o rio sofre com a eutrofização. Processo que pode durar dias ou meses, e resultar em desequilíbrio ambiental. Eutrofização é um processo, normalmente, resultante de alguma atividade de origem humana, de alteração das características do meio aquático pelo aumento do aporte da carga de nutrientes, resultando em reprodução acelerada de alguns organismos já presentes no ambiente, como algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas (MATTHIENSEN, 2017).

Formam-se tapetes de algas no fundo dos cursos d'água, plantas macrófitas entopem canais, levando à diminuição da disponibilidade de luz para a coluna d'água e queda da concentração de oxigênio dissolvido (depleção), pela decomposição da matéria orgânica resultante desse crescimento excessivo (MATTHIENSEN. 2017) (Figura 38).

**Figura 38:** Tapete de macrófitas obstruindo a calha do rio Ipojuca, causando a diminuição da disponibilidade de luz e a conseqüente queda na concentração de oxigênio (depleção) – sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Autor, 2019.

Assim, as observações feitas na calha do rio Ipojuca e especificamente no trecho aqui estudado, comprovam o processo de eutrofização existente. Percebe-se que o aumento das macrófitas está diretamente relacionado ao volume mínimo de água no rio durante a maior parte do tempo, tornando o fluxo do rio muito lento ou inexistente (Figura 39). Já os maiores volumes ocasionais de água fazem surgir corredeiras que arrastam as macrófitas rio abaixo em direção a foz (Figura 40). Esse aumento do volume de água, oxigena a calha, carregam os sedimentos deixados não só pelos esgotos urbanos como pelos pesticidas, fertilizantes químicos e adubos provenientes de dejetos animais e da agricultura.

**Figura 39:** Proliferação das macrófitas em período de volume mínimo de água do rio Ipojuca – sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



**Fonte:** Autor, 2019.

O excesso de sedimentos nos corpos d'água resultas em elevada turbidez, comprometendo áreas de reprodução de espécies e podendo levar à perda de habitats aquáticos (MATTHIENSEN, 2017). Pesticidas usados na agricultura são transportados pelas águas superficiais, ameaçando a vida selvagem e silvestre, e a saúde humana das comunidades que fazem uso da água.

A poluição que atinge o rio Ipojuca é classificada como poluição pontual, quando a fonte de poluição é facilmente identificável. Os efluentes industriais e esgotos domésticos são exemplos atuantes na poluição das águas do rio Ipojuca.

Em relação à água, a qualidade é percebida como a variação de um conjunto de parâmetros intrínsecos que limita seu uso, sendo extremamente variável no tempo e no espaço. Quando existem dados confiáveis disponíveis sobre a qualidade da água, seu uso seguro torna-se possível (Silva *et al.* 2018). Assim, mesmo sendo uma importante bacia hidrográfica do estado de Pernambuco, pouco se sabe e pouco se faz pelo rio Ipojuca.

**Figura 40:** Ausência de macrofitas na calha do rio Ipojuca observado após período chuvoso com grande volume de água – Caruaru – PE.



**Autor:** Francisco Soares, 2020.

## 6 CONCLUSÕES

Em relação ao produto técnico/tecnológico, o documentário PEDE SOCORRO, IPOJUCA, a sua validação obteve resultados positivos do ponto de vista pedagógico e documental, mostrando a problemática vivida pelo rio e pelos agricultores que dele dependem.

A validação feita por diferentes profissionais da sociedade, fez com que esse recurso fosse classificado como um excelente objeto educacional que servirá como

um facilitador do processo ensino e aprendizagem, bem como a sensibilização de toda a sociedade envolvida.

Aprendemos muito com a sabedoria e o senso comum dos agricultores, principalmente com Seu Manoel Teixeira, homem da mais pura sabedoria. Seus mais de 40 anos de trabalho no campo, na agricultura, na pecuária, na lida com as águas pútreas do rio Ipojuca o tornaram um homem muito sábio e podado.

Neste trabalho de pesquisa confirmou-se que o rio Ipojuca, tem o potencial natural de se regenerar da tamanha agressão antrópica, basta que a sociedade deixe de agredi-lo e que os efluentes sejam enfim tratados.

Concluimos que a água é um recurso muito importante para a fixação do homem no campo, para o desenvolvimento de suas atividades agrárias, para a agroecologia e suas práticas metodológicas, principalmente para o homem do semiárido, para promover sua resistência.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib.; **Os Domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO - CONDEPE/FIDEM. **Bacias Hidrográficas de Pernambuco: estudo regional de ações estruturadoras na unidade de planejamento hídrico do rio Ipojuca/** Coordenação de Andrezza Monteiro e Ruskin Marinho de Freitas. Recife, 2011. 60p.

ANA – Agência Nacional de Águas.; **O que significa monitorar a qualidade da água?**. Disponível em (<http://portalpnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>) Acesso em janeiro de 2020.

ANDRADE, Gilberto Osório de. O Ciclo do Gado no Brasil. Notas e Comunicações de Geografia. UFPE, Departamento de Ciências Geográficas, Série A, Estudos e Pesquisas, n 7, 1981.

ANDRADE, Gilberto Osório de. Os Climas. *In* AZEVEDO, Aroldo de. Brasil, a Terra e o Homem, vol. 1. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1964, 580p.

ANDRADE, M. C. (Coord.); **Atlas Escolar de Pernambuco**. João Pessoa: Grafset, 2003. 160p.

ANDRADE, M. C. (Coord.); **Geografia de Pernambuco: ambiente e sociedade**. João Pessoa: Grafset, 2009. 231p.

APAC - Agência Pernambucana de Águas e clima. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/> Acesso em: 07 set. 2019.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T.; **Gestão ambiental de áreas degradadas**. – 13<sup>o</sup> ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2019.

BARROS, A. M. L.; **Modelagem da poluição pontual e difusa: aplicações do modelo Moneris à bacia do rio Ipojuca, Pernambuco** / Recife: O Autor, 2008.

BERNARD, S. C.: **Documentário: técnicas para uma produção de alto impacto**; [tradução Saulo Kriger]. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, 2º impressão.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O.: **Considerações sobre a estratigrafia dos alimentos cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras)**; Recife, 1965, p. 448.

BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J. (org.); Trad. Flávia Maria Sant`Anna. **Taxonomia de objetivos educacionais; domínio cognitivo**. Porto Alegre, Globo, 1979. 180p.

BLOOM, B. S.; KRATHWOHL, D. R.; MASIA, B. B.; Trad. de Jurema Alcides Cunha. **Taxonomia de objetivos educacionais; domínio afetivo**. Porto Alegre, editora Globo e Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1972. 204p.

Caruaru (PE). Prefeitura. 2020. Disponível em: <http://www.caruaru.pe.bov.br>. Acesso em: janeiro 2020.

CORDEIRO, G. G.; **Qualidade de água para fins de irrigação** (conceitos básicos e práticas). Petrolina, Embrapa Semiárido, 2001.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução Conama nº 357**, de 17 março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 12 set. 2019.

DE BOEF, W. S.; THIJSSSEN, M. T. 2007. **Ferramentas participativas no trabalho com cultivos, variedades e sementes. Um guia para profissionais que trabalham com abordagens participativas no manejo da agrobiodiversidade, no melhoramento de cultivos e no desenvolvimento do setor de sementes**. Wageningen: Wageningen International, 87 pp.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Centro Nacional de Pesquisas de Aves e Suínos. Manejo de Dejetos de Suínos**. Concórdia, 1998. 31pp.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Imagens de satélite. Brasil visto do Espaço. Endereço: [www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br](http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br). 2009. Acesso em janeiro de 2020.

FAO. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Disponível em (<http://fao.org/home/en/>) Acesso em janeiro de 2020.

FAO. *Natural resources and the human environment for food and agriculture*. Environment Paper No. 1. Roma, 1980.

FREIRE, N. C. F (Org.); **Atlas das Caatingas – o único bioma exclusivamente brasileiro**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2018.

FREITAS, R.; **Entre mitos e limites**: as possibilidades do adensamento construtivo, face à qualidade de vida no ambiente urbano. Recife: Editora Universitária UFPE, 2008.

GALVÍNCIO, J. D; OLIVEIRA, V. S; SOUZA, W. M (org.); **Mudança climáticas, sociedade, cidade e meio ambiente**. Recife: Editora UFPE, 2017.

GUERRA, A. T; CUNHA, S. B.; **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 416p.

IBGE, **Cidades**. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/caruaru/panorama>. Acesso em janeiro de 2020.

JATOBÁ, L.; **A Geomorfologia do Semi-árido**. Recife: Núcleo de Educação Continuada – UFPE/NEC, 1994.

JATOBÁ, L.; SILVA, A. F.; GALVÍNCIO, J. D.; **A dinâmica climática do semiárido em Petrolina – PE**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 01 (2017), p. 136-149.

LIMA, D. A.; Recursos vegetais de PE. CONDEPE, Recife, 1: 50-1, 1970.

LINS, C. J. C.; ALBUQUERQUE, M. J. C.; **A região semi-árida no Nordeste do Brasil**. Revista do Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas – Área de conhecimento geografia, Ano 1 – Nº 4 – novembro de 2001, p. 16-22.

LINS, C. J. C.; LIMA, D. M. A.; SILVA, M. M.; **A bovinocultura no Nordeste brasileiro e aspectos gerais do Agreste pernambucano, especialmente Caruaru**. Notas e Comunicação de Geografia. Série A, Estudos e Pesquisas n 7, UFPE – DCG, Recife, 1981.

LIMA, A. M.; RODRIGUES, J. R. S; SOUZA, R. R (Org.); **Poluição & Sustentabilidade Ambiental: Diversas Abordagens**. Aracaju: Criação, 2018.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. (2000). **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 4 (3), pp. 464-473.

PEREIRA, NADIR RODRIGUES, 1970 – **Educomunicação na pedagogia** – Campinas, SP, {s. n.}, 2013.

PETERSEN, Paulo Frederico et al. **Método de análise econômico-ecológica de agroecossistemas**. 2017. 245 p. Disponível em: [http://aspta.redelivre.org.br/files/2017/03/2-livro\\_METODO-DE-ANALISE-DE-AGROECOSSISTEMAS\\_web.pdf](http://aspta.redelivre.org.br/files/2017/03/2-livro_METODO-DE-ANALISE-DE-AGROECOSSISTEMAS_web.pdf)

MATTHIENSEN, A. Poluição e eutrofização de águas interiores – rios, lagos e represas. In: SIQUEIRA, G.; SILVA, J. D. da (Org.) **12 feridas ambientais do planeta**. Florianópolis: HB Editora, 2017. p. 50-51. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081592/poluicao-e-eutrofizacao-de-aguas-interiores---rios-lagos-e-represas>. Acesso em 30 mar. 2020.

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*, Porto Alegre, v. 3, n. 4, 2002. 33-38 pp.

PERH-PE, **Plano Nacional de Recursos Hídricos de Pernambuco**. Disponível em <https://perhpe.com.br>. Acesso em janeiro de 2020.

SCHUELER, T. R.; *Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs*. Washington, DC.: Metropolitan Washington Council of Governments, 1987.

SILVA, C. M. S.; LIMA, E. S.; CANTALICE, M. L.; ALENCAR, M. T.; SILVA, W. A. L. (Orgs.). **Semiárido Piauiense: Educação e Contexto**. Campina grande: INSA, 2010.

SILVA, M. S. L.; et al.; editores técnicos. - **Água e saneamento: contribuições da Embrapa** – Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1101773/final8906.pdf> acesso em março de 2020

SOBRINHO, J. F.; FALCÃO, C. L. C. (Orgs.). **Semi-árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006.

USEPA. Comparative Cost of Erosion and Sediment Control Construction Activities. EPA-430/9-73-016, U.S. Government Printing Office, Washington, DC., 1977.

VIEIRA, V. P. P. B.; Desafios da gestão integradora de recursos hídricos no semi-árido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Brasília, v.8, p. 7-17, 2003. Disponível em: <http://www.mobilizadores.org.br/wp-content/uploads/2014/05/desafios-da-gesto-integrada-de-recursos-hdricos-no-semirido.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

## APÊNDICE A – ROTEIRO INICIAL DO DOCUMENTÁRIO

### PRÉ-ROTEIRO DOC 1º BLOCO

IMAGEM	OFF
<p>LOGO DO MESTRADO/ LOGO DA EMBRAPA/ LOGO DA ANA/ LOGO DA UFPE/ APRESENTAM <b>INSERIR NOME DO DOCUMENTÁRIO</b></p> <p>ABRIR COM IMAGEM DO SOL NASCENDO NA PROPRIEDADE DO AGRICULTOR// CORTE SUAVE PARA A PLANTAÇÃO/ CRIAÇÃO DE GADO// CORTE PARA A RESIDÊNCIA DO PERSONAGEM// CORTE SUAVE PARA O AGRICULTOR SE PREPARANDO PARA MAIS UM DIA DE TRABALHO//</p> <p>SOBE CRÉDITOS - AGRICULTOR</p> <p><b>CORTE PARA SONORA AGRICULTOR</b></p> <p><i>-ENTRA FOTOS ANTIGAS DO RIO IPOJUCA</i></p> <p><b>ENTRA SONORA PETRÚCIO AMORIM</b></p> <p>SOBE CRÉDITOS - PETRÚCIO</p> <p><b>CORTA PARA SONORA ALDEMÁRIO/ASPLAMA</b></p> <p>SOBE CRÉDITO ALDEMÁRIO</p>	<p>SOM DE ÁGUAS E PÁSSAROS</p> <p>SOBE SOM AMBIENTE</p> <p>O AGRICULTOR COMEÇA FALANDO O NOME/ IDADE/ PROFISSÃO//</p> <p><b>SOBE SOM NOSTÁLGICO - FORRÓ INSTRUMENTAL</b></p> <p>FALA SOBRE COMO ERA O RIO NOS TEMPOS DE INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA DELE</p> <p>PETRÚCIO TAMBÉM FALA DE COMO ERA O RIO NA JUVENTUDE DELE</p> <p>ALDEMÁRIO TAMBÉM FALA COMO ERA O RIO ANTES// COMO ELE ERA USADO NO PASSADO/ A RELEVÂNCIA/</p>

<b>DISSOLVE PARA TELA PRETA – FIM DE BLOCO</b>	<b>DISSOLVE SOM DE ENTREVISTAS – FIM DE BLOCO</b>
--	---

**PRÉ-ROTEIRO DOC - 2º BLOCO**

<b>IMAGEM</b>	<b>SOM</b>
<p>ABRIR COM IMAGEM DO AGRICULTOR IRRIGANDO A PLANTAÇÃO E FAZENDO USO DAS ÁGUAS DO RIO//</p> <p><b>CORTA PARA ENTREVISTA COM A PROF. ALINEÁUREA</b></p> <p>SOBE CRÉDITOS - ALINEÁUREA</p> <p><b>CORTA PARA IMAGENS DA ANÁLISE DA ÁGUA DO RIO IPOJUCA</b></p> <p><b>CORTA PARA SONORA GUSTAVO</b></p> <p>SOBE CRÉDITOS GUSTAVO</p> <p>IMAGENS DA ÁREA URBANA// CURRAIS NAS MARGENS// COMO A POPULAÇÃO</p> <p><b>CORTA PARA SONORA PETRÚCIO</b></p> <p><b>CORTA PARA ENTREVISTA COM SECRETARIAS E APAC E JORNALISTA LOCAL</b></p> <p><b>DISSOLVE PARA TELA PRETA</b></p>	<p>ENTREVISTA AGRICULTOR SOBRE COMO ELE UTILIZA AS ÁGUAS DO RIO//</p> <p>SONORA PROF. ALINEÁUREA SOBRE A POLUIÇÃO DO RIO</p> <p><b>SOBE SOM AMBIENTE// ANIMAIS// CARROS SONS DE PESSOAS</b></p> <p>SONORA GUSTAVO SOARES SOBRE A ORIGEM DA POLUIÇÃO</p> <p>SONORA PERÚCIO CRESCIMENTO URBANO NA REGIÃO E COMO ISSO AFETOU O RIO</p> <p>OPINIÕES DOS ÓRGÃOS MUNICIPAIS E ESTADUAL SOBRE A DEGRADAÇÃO DO RIO// SONORA JORNALISTA MÁRIO FLÁVIO</p>

## PRÉ-ROTEIRO DOC - 3º BLOCO

IMAGEM	SOM
<p><b>ABRE BLOCO COM IMAGENS DO RIO COM DADOS DE POLUIÇÃO NO BRASIL</b></p> <p><b>CORTA PARA IMAGENS DE ENCHENTES DO RIO IPOJUCA</b></p> <p><b>ENTRA SONORA ALDEMÁRIO</b></p> <p><b>ENTRA IMAGENS DO PROJETO</b></p> <p><b>ENTRA SONORA PROF. ALINEÁUREA</b></p> <p><b>SONORA SECRETARIAS E APAC</b></p> <p><b>SONORA AGRICULTOR/ PETRÚCIO/ JORNALISTA</b></p> <p><b>DISSOLVE PARA TELA PRETA</b></p> <p><b>ENTRA SONORA ALDEMÁRIO</b></p> <p><b>SOBE CRÉDITOS DA PRODUÇÃO</b></p> <p><b>ENTRA FALA POVO</b></p>	<p>SOM DE ÁGUA CORRENDO</p> <p>SONORA GUSTAVO SOBRE IMPORTÂNCIA DAS ENCHENTES E COMO A ÁGUA ENTRA NOS MUNICÍPIOS ESTUDADOS E CONSUMO HUMANO//</p> <p>SONORA SOBRE JANELAS PARA O RIO</p> <p>SONORA ALINEÁUREA SOBRE COMO A AGRICULTURA PODE AJUDAR O RIO</p> <p>SONORA COM SECRETARIAS SOBRE COMO A POPULAÇÃO PODE AJUDAR O RIO</p> <p>SONORA AGRICULTOR E PETRÚCIO SOBRE COMO O PODER PÚBLICO PODE AJUDAR// JORNALISTA MÁRIO FLÁVIO</p> <p>DISSOLVE SOM</p> <p>ALDEMÁRIO FALA SOBRE COMO ESTÁ A IMAGEM DO RIO PERANTE A POPULAÇÃO</p> <p><b>SOBE SOM MÚSICA IPOJUCA</b></p> <p>FALA POVO SOBRE A IMAGEM DO RIO IPOJUCA</p>

## APÊNDICE B – CONVITE PARA VALIDAÇÃO

### CONVITE

Convido você a validar o produto técnico/tecnológico, o documentário PEDE SOCORRO, IPOJUCA, fruto da dissertação “ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO IPOJUCA EM CARUARU – PE” apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais – ProfCiamb polo UFPE.

O vídeo-documentário tem a duração de 18’20” e foi elaborado a partir de um trabalho em campo no Sítio Torres, localizado no bairro Rendeiras, no município de Caruaru-PE

O link abaixo vai direcioná-lo à plataforma YOUTUBE onde está hospedado de forma exclusiva o documentário. A temática principal do curta metragem tem como objetivo apresentar a problemática do rio Ipojuca no município de Caruaru – PE, através de um rico e atual instrumento midiático com fins pedagógicos.

A validação se dará através do preenchimento de um formulário hospedado na plataforma GOOGLE FORMS, o link está disponível logo abaixo.

Antes de começar o preenchimento do formulário recomendamos assistir com atenção o vídeo até o último segundo, se possível num local com poucos ruídos, para um melhor aproveitamento do conteúdo do material.

OBRIGADO,

João Gustavo Soares de Araújo – mestrando ProfCiamb/UFPE

LINK DO YOUTUBE: <https://youtu.be/w31WC9nKr6E>

LINK PARA O FORMULÁRIO DE VALIDAÇÃO:

<https://forms.gle/remQy5WnqGatiRVh7>

INSTAGRAM DO PROJETO: @pedesocorroipojuca

BOM FILME!!!

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO



### Aplicação e Validação do Produto Técnico e Tecnológico Material Didático e Instrucional Mestrando: João Gustavo Soares de Araújo

## PEDE SOCORRO, IPOJUCA!

### CARTA DE INTENÇÃO DE PARTICIPAÇÃO.

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário, da validação do produto técnico e tecnológico intitulado PEDE SOCORRO, IPOJUCA! Resultado da dissertação do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais -PROFCIAMB polo UFPE, que tem como título: Vídeo-documentário como elemento de sensibilização ambiental para preservação do rio Ipojuca em Caruaru-PE. Leia cuidadosamente o que segue. Caso aceite fazer parte da validação, assinale sua intenção ao final desses esclarecimentos. Em caso de recusa você não sofrerá nenhuma penalidade. Declaro ter sido esclarecido sobre os seguintes pontos: 1. O trabalho tem por finalidade levar a problemática ambiental aos estudantes do Ensino Básico através da linguagem midiática; 2. Ao participar desse trabalho estarei contribuindo com a qualidade do produto em atender a seus propósitos pedagógicos; 3. Não terei nenhuma despesa ao participar da pesquisa; 4. Fui informado e estou ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação; 5. Fui informado que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e que os resultados poderão ser publicados.

SIM, ACEITO PARTICIPAR

NÃO ACEITO PARTICIPAR

### 1º Perfil Profissional: qual sua atuação? (Pode assinalar mais de uma opção)

Docente do Ensino Fundamental - Instituição Pública

Docente do Ensino Fundamental - Instituição Privada

Docente do Ensino Médio - Instituição Pública

Docente do Ensino Médio - Instituição Privada

Docente do Profciamb/UFPE

Docente do Ensino Superior

Docente do Ensino Técnico

Gestor Educacional

Mestrando Profciamb/UFPE - turma 2020

Mestrando Profciamb/UFPE - turma 2019

Egresso Profciamb/UFPE

Técnico agrícola

( ) Extensionista rural

( ) OUTROS

**IDADE:**

( )

**Formação acadêmica**

( ) Nível Médio

( ) Nível Técnico

( ) Graduação

( ) Pós-graduação

**Em que cidade e estado reside?**

(\_\_\_\_\_)

**2º Sobre o documentário: qual peso você daria para os critérios abaixo\*\*:**

<b>1) Roteiro*</b>
*É o enredo como meio para uma determinada finalidade.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente
<b>2) Montagem*</b>
*É como o cenário, personagens, tempo e espaço se conectam para transmissão de alguma mensagem ou estória.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente
<b>3) Sedução*</b>
*É a capacidade de mobilizar a audiência para o que se é pretendido.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente
<b>4) Originalidade*</b>
*É se para um determinado fim, a linguagem ou o meio utilizado é pouco frequente ou inédito.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente
<b>5) Satisfação*</b>
*É se compensou para a audiência a atenção dispensada para a atividade.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente

\*\*DUARTE, R. Cinema & educação. São Paulo: Autêntica, 2017.

**3º Sobre o documentário como Produto Técnico e Tecnológico: qual peso você daria para os critérios abaixo:**

<b>1) Aderência*</b>
*O produto se vincula conceitualmente e na prática profissional a área de concentração, as linhas de atuação e aos projetos estruturantes do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente

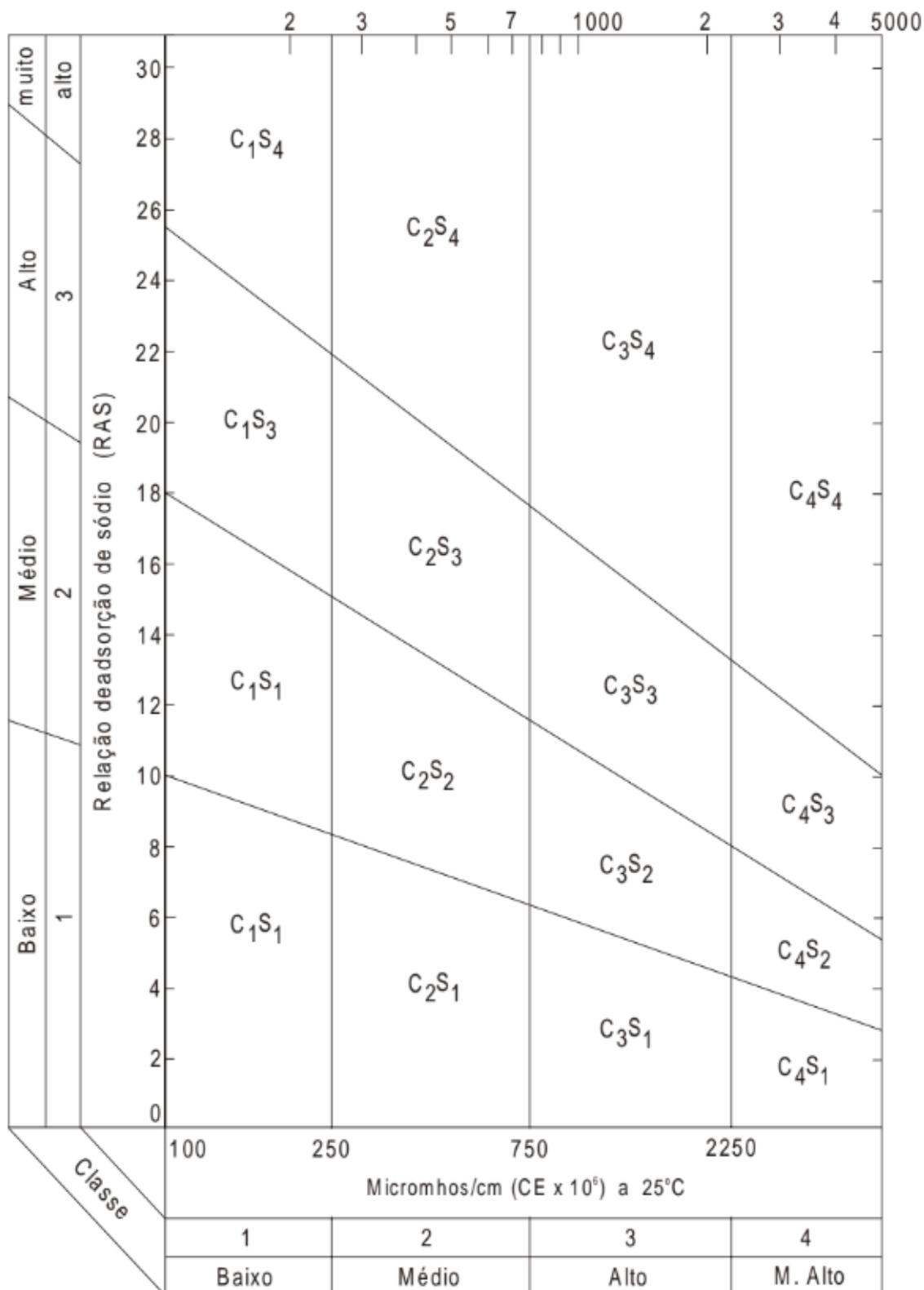
<b>2) Impacto*</b>
*A avaliação deste critério está relacionada com as mudanças que ocasionarão o produto Técnico e Tecnológico no ambiente em que o mesmo está inserido. Para avaliar tal critério é importante entender a justificativa de sua criação, na qual a demanda se faz necessária, e deve estar claro a aplicação do produto, o que permiti avaliar em qual(is) área(s) as mudanças poderão ser efetivas.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente
<b>3) Aplicabilidade*</b>
*O critério aplicabilidade faz referência à facilidade com que se pode empregar a produção técnica/tecnológica a fim de atingir seus objetivos específicos para os quais foi desenvolvida. Entende-se que uma produção que possua alta aplicabilidade, apresentará abrangência elevada ou que poderá ser potencialmente elevada, com possibilidade de replicabilidade como produção técnica.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente
<b>4) Inovação*</b>
*Inovação é definida aqui como a ruptura com os paradigmas e métodos cotidianos para o desenvolvimento de produtos e técnicas mais eficientes e eficazes na atuação profissional com implicações sociais.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente
<b>5) Complexidade*</b>
*Complexidade pode ser entendida como uma propriedade associada à diversidade de atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico/tecnológicos.
Não Atende ( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 Atende Completamente

\*\*Critérios Capes: <https://capes.gov.br/pt/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao/76-dav/caa4/4688-ciencias-ambientais>

**Qual trecho do documentário chamou mais a atenção para o tema AMBIENTAL?**

**Em uma palavra, qual a impressão deixada em você pelo documentário.**

## APÊNDICE D – DIAGRAMA PARA CLASSIFICAÇÃO DE ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO



Fonte: adaptado de Cordeiro (2001).

## ANEXO A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTO

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E DEPOIMENTOS

Eu \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, depois de conhecer e entender os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios da pesquisa, bem como de estar ciente da necessidade da cessão do uso de minha imagem e/ou depoimento, especificados neste Termo de Autorização de Uso de Imagem e Depoimentos, AUTORIZO, o pesquisador **JOÃO GUSTAVO SOARES DE ARAUJO** do projeto de pesquisa intitulado **ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO IPOJUCA NO MUNICÍPIO DE CARUARU – PE: DOCUMENTÁRIO COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS** a realizar a gravação de imagens e de áudio que se façam necessárias e/ou a colher meu depoimento sem quaisquer ônus financeiros a nenhuma das partes.

Ao mesmo tempo, autorizo a utilização destas imagens, áudio e/ou depoimentos para fins científicos, de estudos e divulgação da memória da FEB (livros, artigos, slides e transparências), em favor dos pesquisadores da pesquisa, acima especificados, obedecendo ao que está previsto nas Leis que resguardam os direitos das crianças e adolescentes (Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, Lei Nº 8.069/1990) dos idosos (Estatuto do Idoso, Lei Nº 10.741/2003) e das pessoas com deficiência (Decreto nº 3.298/1999, alterado pelo Decreto Nº 5.296/2004),

Recife, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Assinatura do Voluntário da Pesquisa

---

Assinatura do Pesquisador Responsável pela Entrevista

## ANEXO B – LINK DO YOUTUBE PARA O DOCUMENTÁRIO

<https://youtu.be/c6Y5dBLi1-E>

Um filme de Gustavo Soares

Ativar o Windows  
Acesse Configurações para ativar o Windows.

**PEDE SOCORRO,  
IPOJUCA**

Ativar o Windows  
Acesse Configurações para ativar o Windows.