UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE EMGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANDREIA CLARINDA CARMO LEITE

IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES A PARTIR DE ÍNDICES AMBIENTAIS UTILIZANDO DADOS ESPACIAIS DE ALTA RESOLUÇÃO DO PROJETO PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL (PE3D).

Recife
2019

ANDREIA CLARINDA CARMO LEITE

IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES A PARTIR DE ÍNDICES AMBIENTAIS UTILIZANDO DADOS ESPACIAIS DE ALTA RESOLUÇÃO DO PROJETO PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL (PE3D).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua) da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

Área de Concentração: Instrumentos da Política de Recursos Hídricos.

Orientador: Profº. Dr**.** José Roberto Gonçalves de Azevedo

Coorientador: Profº. Dr. José Almir Cirilo

Recife

2019

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

L533i Leite, Andreia Clarinda Carmo.
Identificação e levantamento do estado de conservação de nascentes a partir de índices ambientais utilizando dados espaciais de alta resolução do projeto Pernambuco Tridimensional (PE3D) / Andreia Clarinda Carmo Leite. – 2019.
150 folhas, il., tab., abr. e sigl.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Gonçalves de Azevedo.
Coorientador: Prof. Dr. José Almir Cirilo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em gestão e regulação de Recursos Hídricos, 2019.
Inclui referências e Apêndices.

1 Engenharia Civil. 2. Recursos hídricos. 3. Diagnóstico ambiental. 4. Geoprocessamento. I. Azevedo, José Roberto Gonçalves de (Orientador). II. Cirilo, José Almir (Coorientador). III. Título.

624 CDD (22.ed.) UFPE
BCTG/2019-213

ANDREIA CLARINDA CARMO LEITE

IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES A PARTIR DE ÍNDICES AMBIENTAIS UTILIZANDO DADOS ESPACIAIS DE ALTA RESOLUÇÃO DO PROJETO PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL (PE3D).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua) da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

Aprovada em: 28/01/2019.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr**.** José Roberto Gonçalves de Azevedo (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. José Almir Cirilo (Co-Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profª. Drª. Alfredo Ribeiro Neto (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Paulo Frassinete, de Araújo Filho (Examinador Externo)
Universidade Federal do Pernambuco

Ao meu filho, ***Victor Coni***, por ser a pessoa mais importante da minha vida e minha fonte de inspiração.

AGRADECIMENTO

A ***Deus,*** por renovar minhas forças nesta jornada tão fervorosa e em tantos outros momentos.

Aos meus pais, ***Edivaldo Leite e Dite Leite,*** pelo apoio incondicional, sem eles não seria possível, meu reconhecimento pelo patrocínio financeiro e estrutura emocional nos momentos difíceis.

Ao meu filho, ***Victor,*** pela amor e carinho que me inspira a querer ser mais que fui até hoje!

Ao meu companheiro, ***Luiz Ramos***, por sempre acreditar em mim, até mais que eu mesma, me achar a melhor, mesmo não sendo. Isso só me fortaleceu, não a ser a melhor, mas a fazer o melhor de mim. Obrigada pelo amor e paciência doado. Devido a sua dedicação e apoio este trabalho pode ser concretizado.

A minha irmã, ***Cinthia Leite,*** por compartilhar suas experiências.

Ao meu amigo e irmão da vida, ***Nadson Mascarenhas,*** por toda apoio e amizade nessa caminhada, por me ajudar e encorajar a enfrentar as adversidades. Amigo da série: eu sei que contigo posso desabafar.

Meu amor eterno a família do pensionato ***Bruno, Carol e Manu***, meus filhos queridos, me ajudaram nos momentos de aflição e me fizeram sorrir nos momentos de descontração, obrigada por cada abraço, pipoca de leite ninho, panetone, bolo de rolo, lanches na Thorpes e todo o mais. Estendo este agradecimento também aos agregados ***Cleber, Rafael Diego*** e ***Paula Zanette*** que foram tão importantes nessa caminhada.

Ao meu colega de turma, ***Davi Calado,*** por todo suporte de campo, por não medir esforços em me ajudar na caminhada pelo Agreste Pernambucano.

A minha querida amiga, ***Vanessa Cardim,*** pelo carinho e cuidado o qual me trata. Porque amigos a gente não escolhe, reconhece. No princípio parecia que não seria e foi... rs!

As amigas de faculdade (UCSal) e da vida, ***Gil Barreto*** e ***Clarissa Abreu****,* pelas palavras de incentivo

As tias e primas que torceram e oraram por mim ao longo desses dois anos e pouquinho. Nem vou citar nomes para não esquecer de ninguém.

Aos colegas de curso que me trataram com respeito e compartilharam dificuldades e conquistas.

Aos meus orientadores, ***Prof. Dr. Roberto Azevedo*** e ***Prof. Dr. Almir Cirilo,*** por me subsidiar nessa jornada.

A coordenação do Curso, representada pelo professor ***Dr. Alfredo Ribeiro***, por todo suporte prestado ao longo do curso, foram muitas dificuldades, muitas buscas, ele sempre solícito e generoso.

Ao ***Profágua, ANA e Capes*** *e* pelo apoio financeiro

As secretarias de Agricultura e meio Ambiente das Cidades de Pesqueira, Brejo de Madre de Deus, Camocim de São Felix e São |Bento do Una representados por ***Jonas Brito, Elizabeth Szilassy, Pedro Bezerra***, ***Altemar Pontes***, respectivamente. Apoio as atividades de campo

Ao senhor Ivanildo por auxiliar nos dados de campo no município de Belo jardim.

A todos os funcionários do Parque Serra dos Cavalos pela acolhida e suporte no campo, meu carinho especial ao guia ***Sr. João***, por toda paciência e cuidado.

Finalmente a ***UFPE***, ***Departamento de Engenharia Civil e Ambiental***, ***seus docentes*** e funcionários por abrirem as portas para essa conquista.

Se por ventura o nome de alguém não está explícito.... Agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram na realização deste trabalho.

Uma caminhada dessa não se faz sozinha. Minha gratidão a todos.

RESUMO

As nascentes apresentam um importante papel na manutenção dos corpos hídricos e abastecimento de populações. O Objetivo deste trabalho foi identificar e fazer o levantamento do estado de conservação de nascentes a partir de suporte de dados espaciais de alta resolução do projeto Pernambuco Tridimensional. Para tanto foi realizado a delimitação da área: Agreste Central Pernambucano, restringindo a 8 municípios (Alagoinha, Belo Jardim, Brejo da Madre de Deus, Caruaru, Camocim São Felix, Pesqueira, Poção e São Bento do Una. Foram utilizados shapefile, MDT e Ortoimagens para extração de drenagem, possíveis pontos de nascentes e estudo de usos e ocupação do solo. Ademais foi aplicado *in loco* o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) para avaliação do estado de conservação. Os resultados observados foram que das 40 nascentes avaliadas 57% exibiram atribuição péssima para o estado de conservação, apenas 8% teve atribuição ótima. Confrontando com dados de uso e ocupação do solo verificou-se que 90 % das nascentes avaliadas apresentaram baixos índices de vegetação no entorno, sobretudo para atender demandas de agricultura, pecuária e solo expostos para diversos fins, o que pode ter implicados nestes resultados. Uma vez que as matas ciliares são imprescindíveis na manutenção das nascentes.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Diagnóstico ambiental. Geoprocessamento.

ABSTRACT

The springs present an important role in the maintenance of water bodies and the supply of populations. The objective of this work was to identify and survey the state of conservation of springs from high resolution spatial data support of the Pernambuco Three - Dimensional project. For this purpose, the area was defined: Agreste Central Pernambucano, restricting to 8 municipalities (Alagoinha, Belo Jardim, Brejo da Madre de Deus, Caruaru, Camocim São Felix, Pesqueira, Poção and São Bento do Una). Ortoimagens for extraction of drainage, possible points of springs and study of uses and occupation of the soil In addition, the Environmental Impact Index in Springs (IIAN) was applied in situ to evaluate the state of conservation.The results observed were that of the 40 springs evaluated 57% presented a very poor attribution to the conservation status, only 8% had an optimal allocation.Controlling with land use and occupation data, 90% of the springs evaluated had low vegetation indexes in the environment, mainly to meet the demands of agriculture , livestock and soil exposed for various purposes, which may have implicated in these results. Since the riparian forests are maintenance of springs.

Keywords: Water resources. Environmental diagnosis. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Componentes da Bacia Hidrográfica..... 24

Figura 2 – Ciclo da água..... 27

Figura 3 – Disponibilidade de água no mundo..... 28

Figura 4 – Usos da água no Brasil..... 31

Figura 5 – Organograma das atividades do estudo..... 39

Figura 6 – Ortoimagem - PE3D..... 40

Figura 7 – Imagem MDT - PE3D..... 41

Figura 8 – Fórmula do Índice de Kappa..... 51

Figura 9 – Localização Geográfica do agreste Central Pernambucano..... 53

Figura 10 – Hidrografia do Agreste Central de Pernambuco..... 54

Figura 11 – Clima do Agreste Central - PE..... 56

Figura 12 – Mapa da Cobertura Vegetal do Estado de Pernambuco..... 57

Figura 13 – Tipologia do solo - Agreste central – PE..... 60

Figura 14 – Mapa de Geomorfologia do Estado de Pernambuco..... 61

Figura 15 – Relevo do Agreste Central - PE..... 62

Figura 16 – Amostragem dos pontos de nascentes abordados no estudo..... 63

Figura 17 – Pontos de nascentes amostrados por munícipios..... 67

Figura 18 – Pontos de nascentes amostrados por munícipios..... 68

Figura 19 – Gráfico de porcentagem - Avaliação (sem peso) 69

Figura 20 – Gráfico de porcentagem - Avaliação (com peso) 70

Figura 21 – Gráfico da classificação de nascentes com peso..... 71

Figura 22 – Gráfico da classificação de nascentes com peso..... 71

Figura 23 – Mapa de Uso e Ocupação do solo - Alagoinha..... 84

Figura 24– Mapa de Uso e Ocupação do solo - Belo Jardim - PE..... 85

Figura 25 – Mapa de Uso e Ocupação do solo - Brejo de Madre de Deus - PE..... 86

Figura 26 – Mapa de Uso e Ocupação do solo - Pesqueira - PE..... 87

Figura 27 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo - Poção - PE..... 88

Figura 28 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo – São Bento de Uma – PE..... 89

Figura 29 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Caruaru – PE..... 90

Figura 30 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Camocim de são Felix – PE..... 91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (sem peso) - Nascentes	46
Tabela 2 –	Classificação das nascentes (grau de preservação) – Sem peso.....	46
Tabela 3 –	Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (sem peso) – Nascentes Perenes	47
Tabela 4 –	Classificação das nascentes (grau de preservação) – Sem peso.....	48
Tabela 5 –	Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (com peso) - Nascentes	49
Tabela 6 –	Classificação das nascentes (grau de preservação) – Com peso.....	49
Tabela 7 –	Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (com peso) - NascentesPerenes.....	50
Tabela 8 –	Classificação das nascentes (grau de preservação) – Com peso.....	50
Tabela 9 –	Agrupamento qualitativo do Coeficiente Kappa.....	51
Tabela 10 –	Dados das Bacias Hidrográficas - Agreste Central –PE.....	55
Tabela 11 –	Características do solo no Agreste Pernambucano	59
Tabela 12 –	Identificação dos pontos de nascentes	64
Tabela 13 –	Distribuição das classes por Área e Porcentagem – Alagoinha – PE.....	74
Tabela 14 –	Distribuição das classes por Área e Porcentagem - Belo Jardim – PE.....	75
Tabela 15 –	Distribuição das classes. Área e Porcentagem – B. M. Deus– PE.....	75
Tabela 16 –	Distribuição das classes por Área e Porcentagem - Pesqueira– PE.....	75
Tabela 17 –	Distribuição das classes por Área e Porcentagem – S. B. Una – PE.....	76
Tabela 18 –	Distribuição das classes por Área e Porcentagem - Poção – PE.....	76
Tabela 19 –	Distribuição das classes por Área e Porcentagem – C. São Félix– PE	76
Tabela 20 –	Distribuição das classes por Área e Porcentagem – Caruaru	77
Tabela 21 –	Matriz de confusão e índice de Kappa – Alagoinha – PE	80
Tabela 22 –	Matriz de confusão e índice de Kappa - Belo Jardim – PE	81

Tabela 23 – Matriz de confusão e Índice de Kappa - B. M. Deus- PE 81
Tabela 24 – Matriz de confusão e índice de Kappa - Pesqueira – PE 81
Tabela 25 – Matriz de confusão e índice de Kappa - Poção – PE 82
Tabela 26 – Matriz de confusão e Índice de Kappa - São B. do Una- PE 82
Tabela 27 – Matriz de confusão e Índice de Kappa - Camocim S. Félix – -PE. 82
Tabela 28 – Matriz de confusão e Índice de Kappa – Caruaru – PE 83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IIAN	Índice de Impacto Ambiental Em Nascentes
ANA	Agência Nacional de Águas
APAC	Agência Pernambucana de Águas E Clima
APP	Área de Preservação Permanente
CBHSF	Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONDEPE/FIDEM	Agencia Estadual de Planejamento e Pesquisa do Estado de Pernambuco
CPRM	Companhia de Pesquisa E Recursos Minerais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística
LIDAR	Light Detection And Ranging
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministério do Meio Ambienta
PE	Pernambuco
PE3D	Pernambuco Tridimensional
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos
PHA	Plano Hidroambiental
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura de *Pernambuco*
SINGERH	Sistema Integrado Gestão de Recursos Hídricos
SIT	Sistema de Informações Territoriais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **17**

1.1 OBJETIVOS 20

1.1.1 Geral **20**

1.1.2 Específicos **20**

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO 21

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **22**

2.1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS 22

2.2 NASCENTES: DEFINIÇÕES E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA 23

2.3 OS PROCESSOS HIDROLÓGICOS NA DINÂMICA DAS NASCENTES 26

2.4 IMPORTÂNCIA DAS NASCENTES NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL 29

2.5 PROGRAMA E INCENTIVOS VOLTADOS PARA CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES 31

2.6 GEOPROCESSAMENTO APLICADO AOS RECURSOS HÍDRICO 33

2.7 GEOPROCESSAMENTO DIRECIONADO A NASCENTES 34

2.8 PE3D E AS PERSPECTIVAS NA GESTÃO RECURSOS HÍDRICOS 34

2.9 A DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO 35

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO **39**

3.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS E CARTOGRÁFICAS..... 39

3.2 EXPEDIÇÃO A CAMPO: APLICAÇÃO ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES (IIAN) COMO FERRAMENTA DE QUALIFICAÇÃO DAS NASCENTES..... 42

3.3 DINÂMICA DE USOS E OCUPAÇÃODO SOLO 51

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO **52**

4.1 AGRESTE CENTRAL PERNAMBUCANO 52

4.2 HIDROGRAFIA 54

4.3 CLIMA..... 56

4.4 COBERTURA VEGETAL 57

4.5 SOLO 58

4.6 RELEVO 60

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO **63**

5.1 NASCENTES ESTUDADAS 63

5.2 ESTUDO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 74

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES **94**

REFERÊNCIAS **98**

APÊNDICE A – ATIVIDADE DE CAMPO **109**

APÊNDICE B – PLANILHA DE INFORMAÇÕES DE CAMPO **110**

1 INTRODUÇÃO

As nascentes, objeto deste estudo, revela-se como importantes na disponibilidade de água para diversos usos, como abastecimento humano, pecuária, agricultura e outros. Atrelado a isso, muitas definições emergem frente seu papel como componente de uma bacia hidrográfica, a exemplo, na manutenção e produção de água, garantindo oferta em qualidade e quantidade que atenda os mais diversos fins. Seguindo essa percepção, Valente e Gomes (2005) [102] atestam para o fato de que: “A nascente é o fenômeno natural que transcende o ponto onde se manifesta, sendo resultado de um processo hidrológico que ocorre em uma área de contribuição chamada bacia hidrográfica”.

Percebendo, que cada curso d’água tem a sua nascente, chega-se à conclusão de que o número de cursos d’água de uma dada bacia é igual ao seu número de nascentes. Por isso, a importância de sua conservação é evidenciada pelos marcos legais brasileiros, tratadas no Conama 303/2002 e código florestal brasileiro (Lei 12.651/2012) que trata como prioritárias as Área de Preservação Permanente (APP) em qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (BRASIL, 2002) [19]; (BRASIL, 2012) [20].

As ações do homem junto ao meio ambiente têm provocado inúmeras alterações com consequentes impactos, resultado de pressões sobre os recursos naturais e em descompasso com a legislação. O desmatamento é o centro dessas mudanças e traz a discursão em todo o mundo, pois a perda da vegetação ciliar, uso indiscriminado do solo e ausência de saneamento provocam entraves na sua gestão já que essas ações interferem na quantidade e qualidade das águas das nascentes.

Para reverter este processo de degradação e promover a restauração destes sistemas é preciso uma gestão de cunho participativo onde o agricultor rural conserve suas nascentes para seu benefício e bem comum. As escolas, universidades, ONGs e sociedade civil organizada de modo geral devem interferir também neste processo, promover a discussões e estudos na tentativa de sensibilizar as pessoas e produzir informações para embasamento dessas atividades. Ao poder público e privado subsidiar financeiramente programas que recompensem os proprietários rurais além

de patrocinar projetos de recomposição de vegetação ciliar, proteção de nascentes e educação ambiental com esse propósito.

As nascentes são as formadoras de rios, lagos, manutenção hídrica das florestas e dessedentação de animais silvestres e domésticos, além de promover o abastecimento humano, principalmente em comunidades difusas, um papel, portanto, socioambiental. Segundo a WWF (2004), as nascentes testemunharam desde o surgimento das civilizações, localização e crescimento das populações. Ademais representam valores culturais, a água é vista como uma unidade purificadora e representada por muitos deuses, definido como o “elemento vital e primordial, em contrapartida quando poluída impõe horror, e está associada a sujeira, imundície, doença e morte.

Assim a recuperação e proteção desses sistemas são importantes na conservação de recursos hídricos e na dinâmica socioambiental da bacia hidrográfica, já que promovem a ciclagem e fornecimento de água para a sustentação da vida, uma vez que, sem a proteção adequada em torno da mesma, nota-se que os processos de degradação ficam mais propensos (Eugenio et al., 2011). Entretanto, as nascentes e demais mananciais não têm recebido a atenção e os cuidados que merecem. O uso da água pelo ser humano para qualquer finalidade resulta na deterioração de sua condição, limitando geralmente seu potencial de uso (MACHADO & TORRES, 2012). O que requer políticas afirmativas voltadas para estes sistemas hídricos e evitar a gravidade da escassez hídrica no Brasil e mundo.

O Brasil é um país em destaque pela sua riqueza hídrica, tanto de águas superficiais quanto subterrâneas. Contemplado com aproximadamente, 12% da água doce do planeta em um território de 8.516.000 km² (ANA, 2018 [8]. A grande questão neste cenário são as atividades que não passam por um planejamento, de modo a dimensionar o uso racional dos recursos, uma vez que o mesmo está distribuído de forma irregular no arcabouço geográfico. Segundo ANA (2017) [6], dos 260.000 m³/s de água que percorre o território nacional, quase 80% estão situadas na região amazônica.

Para o Nordeste brasileiro, este cenário ainda é mais discrepante, uma vez que se trata de uma região populosa com densidade demográfica de 36,39 hab./km² distribuído em 1.558.000 km², onde 63% desta área está inserida no semiárido

(IBEGE, 2018) [50]. A região é atendida por apenas 2,7% dos recursos hídricos disponíveis no Brasil (ANA, 2017) [8]. Realidade afetada por baixos índices pluviométricos e grande taxa de evaporação que provoca interferências diretas na oferta hídrica.

A caracterização climática da Região do Nordeste reflete uma série de questões ambientais e hídricas, constituindo um desafio, tanto sob aspectos técnicos quanto políticos afirmativos que ainda não estão totalmente desenvolvidas e/ou implementadas para a convivência com semiárido.

O estado de Pernambuco está inserido nessa realidade e apresenta estágio de alta degradação ambiental e menor distribuição de água por habitante, segundo apontam estudos de COSTA (2014) [34] e SETTI, (2000) [90]. O que pode estar diretamente associado ao uso e manejo do solo sem uma avaliação prévia, questões climáticas e uma gestão frágil dos recursos naturais. O desmatamento, por exemplo, para fins agrícolas e pecuária compromete a manutenção dos ecossistemas e sua conservação, interferindo no clima local (SÁ *et al.,* 2010) [84].

O Agreste Pernambucano apresenta restrições em recursos como água para atender uma população de 2.374.348 habitantes (IBGE, 2018) [52]. As atividades locais a indústria têxtil, agricultura e pecuária, não ajudam neste cenário, uma vez que requer um quantitativo elevado de recursos hídricos (PERNAMBUCO, 2018) [76].

Com essa perspectiva, este trabalho uniu dados de campo e geoprocessamento na tentativa de contribuir com informações para um melhor desempenho no gerenciamento de recursos hídricos, com dados do estado de conservação de nascentes no Agreste Central Pernambucano, sejam estas intermitentes ou perenes, uma vez que ambas apresentam importância no contexto hídrico. Estas informações podem ser relevantes para complementação de estudos, criação de políticas públicas e na gestão de recursos hídricos na região.

O trabalho contemplou com expedições a campo para avaliação *in loco* das nascentes e utilização de geoprocessamento a partir do PE3D, uma base de dados espaciais de alta resolução cuja finalidade é o mapeamento de todo o Estado com informações georreferenciadas a partir de uma varredura a laser do terreno que permitiu a obtenção de elementos altimétricos para elaboração de projetos. Esta varredura nada mais é do que o levantamento da altura de pontos sobre uma

superfície através da emissão de raios laser. É uma espécie de maquete digital que representa as variações de altitude do terreno e do que se encontra sobre ele (CIRILO *et al*, 2014) [25]. Um projeto adotado pela Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco com grande potencial para detalhamento espacial e aspectos ambientais, subsídio para à identificação de áreas degradadas, perda de vegetação e solo, assim como degradação de nascentes. Assim, a união de todos os elementos que compões este estudo pode trazer elementos, fortalecendo e integrando com acuidade análises complexas que favorecem o gerenciamento ambiental e políticas efetivas no que tange os recursos hídricos.

1.1 OBJETIVOS

Entendendo a importância de estudos acerca do tema proposto, seguem os objetivos que auxiliaram na construção deste trabalho.

1.1.1 Geral

- Identificar e fazer o levantamento do estado de conservação de nascentes a partir de índice ambiental e suporte de dados espaciais de alta resolução do projeto Pernambuco Tridimensional (PE3D).

1.1.2 Específicos

- Verificar os pontos identificados a partir das ortofotos, *in loco;*
- Caracterizar as áreas de entorno das nascentes;
- Empregar técnicas de geoprocessamento para estudo de uso e ocupação do solo em municípios do Agreste Central;
- Apontar ações e planos de conservação associados à gestão hídrica e ambiental na área de entorno das nascentes.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação teve como proposta de estrutura a subdivisão em seis capítulos. O conteúdo de cada capítulo pode ser conhecido através de breve resumo descritivo apresentado a seguir:

Capitulo 1: foi redigida a introdução referente a gestão de nascentes e contextualização da gestão de água no Brasil e Nordeste. No subitem estão os objetivos geral e específico.

Capitulo 2: traz a fundamentação teórica, cujo objetivo é construir uma rede de informações acerca do tema e o que foi entendido como relevante para o mesmo.

Capitulo 3: foi feita a caracterização da área de estudo, tendo como recorte inicial o Agreste Central Pernambucano. Sendo redimensionado quando se trata de uso e ocupação do solo que foi trabalhado apenas os municípios onde houve estudos das nascentes.

Capítulo 4: trata-se do texto onde exibe os procedimentos metodológicos e quais técnicas e ferramentas foram aplicadas para o desenvolvimento deste estudo.

Capítulo 5: abordagem dos resultados apreciados em campo e tabulados em gabinete. Além do confrontamento de informações deste trabalho com outros executados anteriormente que serviram de subsídios para aplicação do método.

Capitulo 6: por fim as considerações finais, onde são apontadas as conclusões que se obteve com o trabalho e a metodologia empregada. Neste capitulo há também um subitem que são as Recomendações, onde foram citadas algumas medidas que podem acrescentar a este trabalho, assim como contribuir para a gestão de Recursos Hídricos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este item compreende a revisão de conceitos e pesquisas realizadas para a contextualização do tema da Dissertação.

2.1. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O homem sempre procurou viver próximo aos rios, a fim de suprir suas necessidades vitais. Segundo Tundisi (2011) [100] com o aumento populacional houve o crescimento da demanda, o que implicou na necessidade de se avaliar a oferta de água disponível, visando a manutenção ou sustentabilidade das atividades de uma determinada região. Então surgem os primeiros sistemas de abastecimento público.

Gerir os recursos hídricos tornou-se uma necessidade, uma vez que as observações a longo prazo mostraram não se tratar de um recurso ilimitado. A implementação de políticas públicas no setor hídrico leva a práticas que mudem o comportamento humano. Para tanto é preciso coerência das políticas através de uma coordenação intersetorial eficaz, especialmente entre políticas para a água e o ambiente, saúde, energia, agricultura, indústria, e ordenamento do território, para refletir as condições locais e promover a coordenação entre os diferentes usos. (TUNDISI, 2013) [99].

Desde a Constituição Brasileira de 1988 existe o dispositivo sobre essa matéria (BRASIL, 1988) [18], seguido da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) na Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997) [21], que se manifesta como “Lei das águas” e apresenta diretrizes sistemática para se tornar um instrumento moderno, democrático e contemporâneo, na gestão deste recurso, clamando a população a participar deste processo, uma vez que no seu artigo 1º, apresenta como um dos fundamentos, a gestão descentralizada e participativa envolvendo o Poder Público, usuários e comunidades. Junto a isso, é adotada a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da PNRH e a atuação do SINGREH, propondo um sistema integrado e descentralizado de gestão.

O planejamento e gestão dos recursos hídricos no território nacional, introduzindo os vários instrumentos de política para o setor, entre os quais o Conselho

Nacional de Recursos Hídricos, e a criação da Agência Nacional de Águas-ANA, responsável pela implementação da PNRH, fortaleceu ainda mais as políticas públicas que envolvam o setor da água e afins.

Neste contexto vale ressaltar que a integração da água a outros sistemas, torna sua gestão mais eficiente, uma vez que a manutenção da vida depende dos recursos hídricos. Segundo Tundisi (2011) [100], alterações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e das demais espécies do planeta. Assim o desenvolvimento econômico e social dos países tem de estar fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e proteção.

Políticas modernas de Gestão dos Recursos Hídricos recebem cada vez mais relevância no cenário nacional e internacional, devido à importância do manejo sustentável da água para o bem-estar das populações e para o desenvolvimento dos países. Essa temática precisa ser vista de maneira integrada a outros sistemas e paralelo a criação de dispositivos legais, como afirma Tundisi (2013) [99]: que com a evolução do processo de governança e gestão de bacia hidrográfica, as propostas de ações para usos múltiplos se tornem efetivamente integrada e preditiva, para antecipar processos e fenômenos. Transpondo o conceito de bacia hidrográfica para unidade física de gerenciamento superior aos limites federais do território, na busca de uma gestão com planejamento econômico e socioambiental e especifico para as diversas características físico-geográficas do país. Assim é preciso entender a dinâmica das bacias hidrográficas e seus componentes e fazer uso dos recursos de maneira sustentável. Uma vez que se trata de um ecossistema hidrologicamente integrado (TUNDISI, 2013) [99].

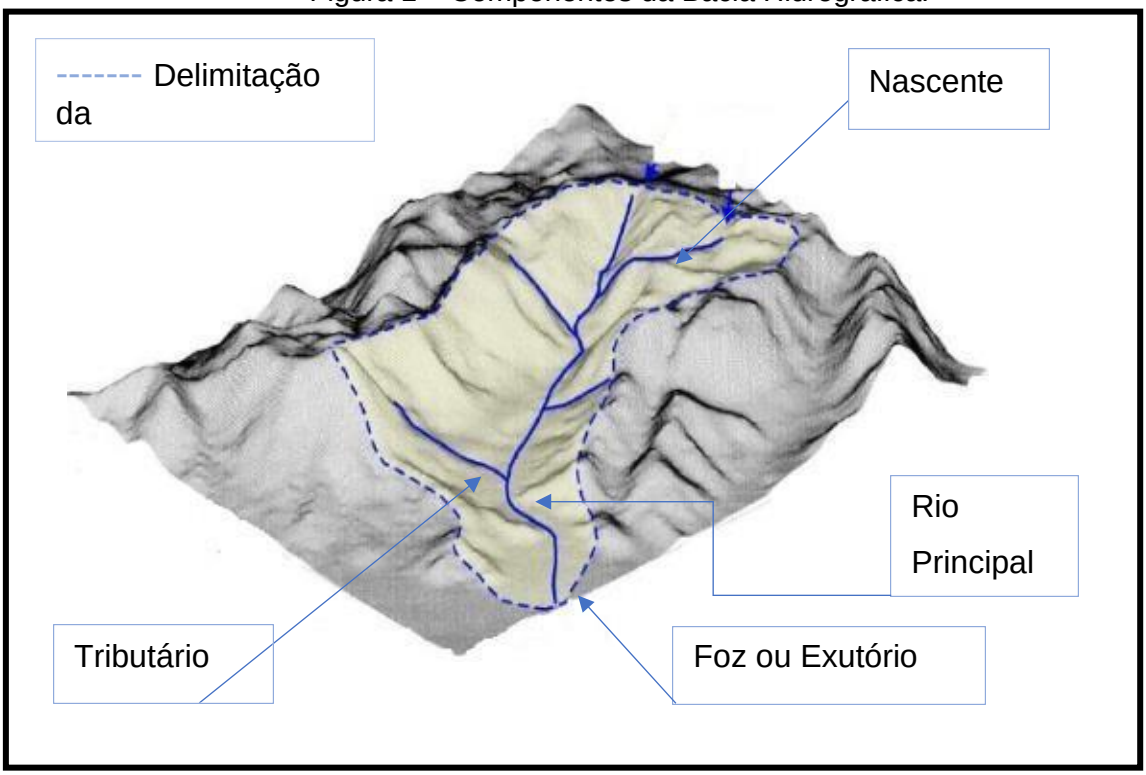
2.2. NASCENTES: DEFINIÇÕES E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A Bacia Hidrográfica unidade de planejamento da gestão hídrica, envolve uma infinidade de elementos que precisam ser administrados de forma descentralizada e integrada, para viabilizar o uso dos recursos de maneira que atenda a todos os processos com eficiência e promova a segurança hídrica.

Dentre esses elementos, é possível destacar as nascentes ou olho d`água que são definidas segundo CONAMA 303/2002 como locais onde aflora, mesmo que de

forma intermitente, a água subterrânea (BRASIL, 2002) [22]. É importante salientar que elas promovem o suprimento de água da bacia hidrográfica e os elementos que a compõe, como formação e manutenção de rios, córregos e lagos, recarga dos canais de drenagem das sub-bacia e sendo relevante na prestação desse tipo de serviço ambiental (Figura1). Ademais, fornece subsídios na irrigação de florestas e todo tipo de vegetação, dessedentação de rebanhos e toda fauna, além de água limpa para consumo humano. Dessa forma a água relaciona-se diretamente com a sustentação da biodiversidade.

Figura 1 – Componentes da Bacia Hidrográfica.



Fonte: Adaptado de Stimamiglio, (2002) [98]

Pinto *et al,* (2012) [80] afirma que para conhecer e atribuir usos apropriados e sustentáveis as nascentes devem-se observar a sua tipologia, a legislação que rege sua proteção, seu papel nas florestas e a conservação da água subterrânea. É uma relação direta entre seu uso, características e o papel de uma nascente para o meio.

As nascentes apresentam uma variação quanta a sua classificação, o que não implica na sua importância, apenas esta diferença evidencia sua localização, tipologia e seu fluxo. Segundo Pereira (2012) [71] as nascentes com afloramento em um terreno declivoso, com ponto em efeito da inclinação da camada impermeável ser menor que

a da encosta, caracteriza as nascentes de encosta. Entretanto, se a superfície do terreno for interceptada pela superfície freática e o escoamento for de alagamento, o afloramento é difuso, várias nascentes no entorno, zona encharcada. Na formação de um ambiente lêntico, um charco, ou lago, são as nascentes de fundo de vale e as originárias de rios subterrâneos (CALHEIROS *et al.,* 2004) [23]. Este tipo é mais comum em áreas impermeáveis.

Quanto ao fluxo as nascentes podem ser perenes ou intermitentes, sendo esta última muito comum em área de semiárido. Segundo Felippe. (2009) [43] a exposição da água de modo temporário ou perene, forma os canais de drenagem a jusante, que a inserem na rede da bacia. Com a permanência de água constante para as perenes e intermitentes apenas em períodos de chuva, elas podem se subdividirem em:

- **Nascente difusa** – A exposição ocorre em uma área e não é possível afirmar o principal local de saída da água, originando terrenos de solo encharcado.
- **Nascente pontual** – Ponto de surgência de água bem definido, em apenas um ponto individualizado de seu entorno jusante pelo afloramento da água subterrânea.

Segundo Sampaio (2016) [87], as bacias de cabeceiras, localizadas em regiões montanhosas, são as nascentes mais comuns, jorrando água e formando ribeirões que contribuem para formação de cursos de água e garantir a vazão dos lagos e rios, sendo mais imprescindíveis para períodos de estiagens, utilizados para diversos usos.

Assim, pelo seu grande valor e características peculiares, as nascentes portam proteção perante o arcabouço legal brasileiro. Na Resolução CONAMA 303/2012, as nascentes e olhos d'água tem sua área de entorno consideradas de proteção permanente acrescido como aponta o Lei 12.651/2012 que considera: "as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros" (BRASIL, 2012) [21].

A legislação no estado de Pernambuco já traz em seu escopo a temática nascente com preocupação e os comitês de bacias com proposição de medidas de gestão embasada em decisões técnicas.

A Lei n° 11.206, de 31 de março de 1995 (PERNAMBUCO, 1995) [72] que dispõe sobre a Política Florestal do Estado de Pernambuco considera área de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios e demais cursos d'água; ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios

d’água naturais ou artificiais; nas nascentes permanentes ou temporárias, incluindo os olhos d’água, seja qual for sua situação topográfica; nos manguezais, em toda a sua extensão; nas águas estuarinas que ficam sob regime de maré; e a jusante e a montante nas proximidades de barragens, cachoeiras, corredeiras e escadas de peixes e nas condições e termos das normas regulamentares.

O Plano Hidroambiental do Capibaribe (2010) [75], aborda que para um cenário sustentável é necessário investimento na recuperação de áreas degradadas por desmatamento, mineração e erosão, além da restauração de matas ciliares e nascentes, como também áreas degradas por lixões onde são requeridas a melhoria da qualidade da água e redução de assoreamento. Mas, para a efetividade dos projetos de restauração, medidas de gestão devem ser embasadas por corretas decisões técnicas e eficientes acordos entre os atores sociais.

O comitê do Rio Ipojuca no seu plano também prevê ações para áreas de preservação permanente desmatadas, alteradas ou degradadas, tanto às margens de rios e riachos quanto em áreas de nascentes utilizadas em práticas agropecuárias inadequadas e ocupação urbana desordenada. Diante da inexistência de medidas para conservação da biodiversidade uma vez que estes ambientes se encontram comprometidos (PHA – IPOJUCA, 2010) [74]. Assim para as nascentes há proposta de georreferenciamento para determinadas áreas e de colocação de placas para sinalização.

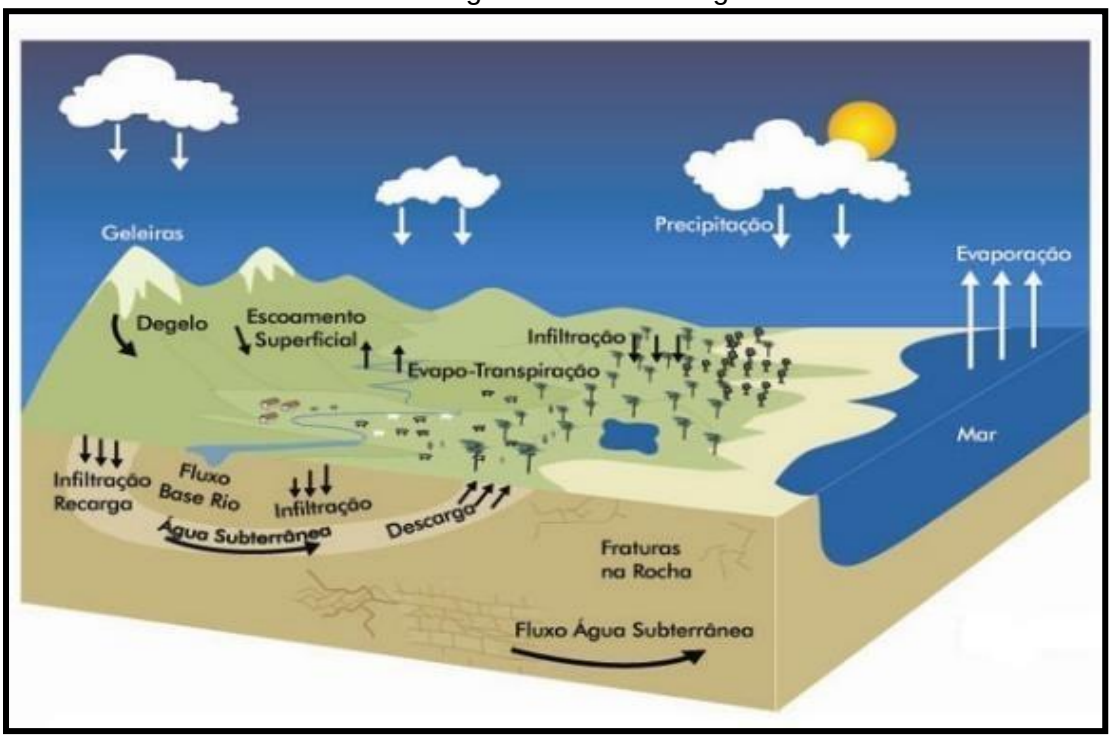
2.3 OS PROCESSOS HIDROLÓGICOS NA DINÂMICA DAS NASCENTES

O ciclo hidrológico é um elo entre a água e o planeta, a mesma se mantém em movimento cíclico, para atender as necessidades dos organismos vivos. De acordo com Pielou (1998) [79], o ciclo hidrológico pode ser considerado o “ciclo da vida” uma vez que a relação água e vida está interligada. Tundisi (2011) [100] acrescenta que se trata de um ciclo como o argumento unificador fundamental para tudo que rege as relações água e vida no Planeta.

A trajetória da água na bacia hidrografia, é um permanente processo de transformação na natureza, que envolve alterações nos estados físicos (líquido, sólido ou gasoso). Para (COLLISCHONN, 2013) [29], a trajetória da água pode ser descrita a seguir e na figura 2.

A energia do sol aquece o ar, o solo e as águas superficiais. Esse trajeto é alimentado também pela força da gravidade. A energia solar aquece a água que entra em estado gasoso (evaporação) em direção à atmosfera e se torna mais frio, condensado, formando as nuvens que recobrem a terra até que formem gotículas, caindo em forma de chuva ou granizo. A água percolada alimenta as nascentes, que por sua vez, formam os cursos d'água que correm para o mar. Nas áreas cultivadas ou com florestas uma pequena parte da água da chuva é aproveitada pelas plantas e retorna como vapor à atmosfera depois da transpiração no processo fisiológico. Trata-se de um ciclo fechado em escala global (COLLISCHONN 2013) [29].

Figura 2 – Ciclo da água



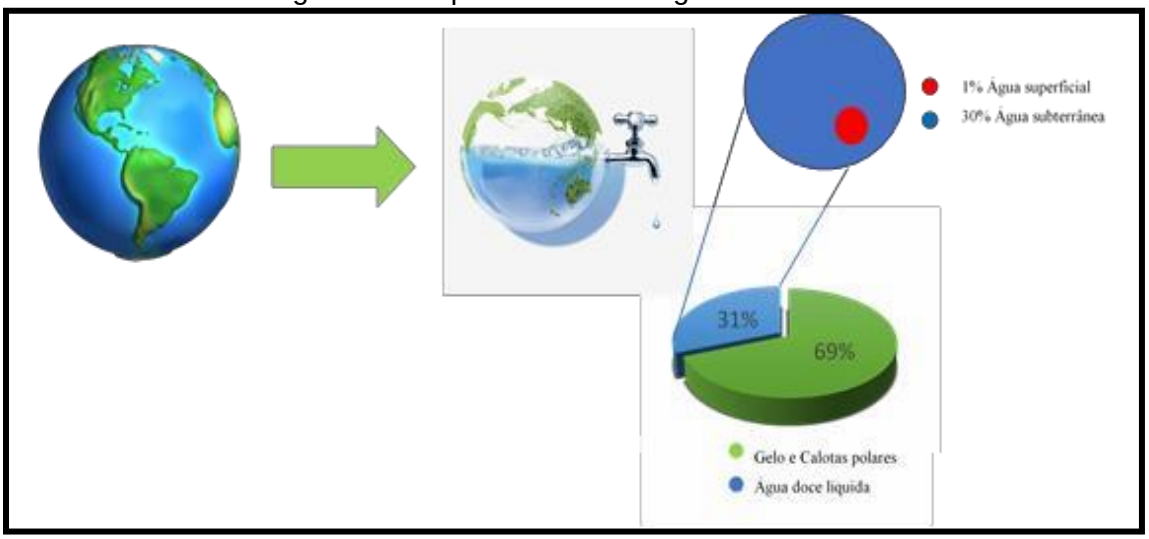
Fonte: MMA (2018) [61].

No momento que a água atinge os ambientes subterrâneos forma as reservas que atendem a diversos usos. No Brasil, boa parte dos abastecimentos públicos se dá por meio de águas subterrâneas. De acordo com estudos de Zoby & Matos (2002) [107] 15% dos domicílios no país fazem uso de água subterrânea ou nascentes para seu abastecimento. Mais recentes dados da ANA divulgou que 39% da população brasileira é atendida por águas subterrâneas (ANA, 2017) [6]. Um percentual de abastecimento em quase 40% dos municípios brasileiros, principalmente nos municípios de pequeno porte, pois garante uma água segura e com baixo custo de

tratamento (VILLAR, 2016) [104]. Contudo, apesar da significância, outros meios também são utilizados no abastecimento público.

Na Figura 3 é possível verificar a disponibilidade de água no planeta. Sabe-se que 97,5% da água é salgada, indisponível para consumo. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% água superficial doce (ANA, 2018) [10].

Figura 3 – Disponibilidade de água no mundo.



Fonte: O Autor, (2018). Fonte de dados: Ana, (2017) [8].

As reservas subterrâneas brasileiras se encontram em avaliação. Sua disponibilidade estimada é de 11.430 m³/s (reserva explorável), número consideravelmente inferior à disponibilidade superficial de 91.300 m³/s (ANA, 2017) [8]. Elas não representam a solução da crise hídrica, mas são uma fonte importante, principalmente para o abastecimento público (BERTOLO *et al.,* 2015) [15].

As nomenclaturas empregadas a água são várias: superficial, subterrânea e atmosférica, todavia, a água é uma só e está sempre mudando de condição. Segundo (MMA, 2018) [61], a água que precipita na forma de chuva, neve ou granizo, já esteve no subsolo, em icebergs e passou pelos rios e oceanos. A água movimenta-se constantemente e devido a essa característica ocorrem os fenômenos mantenedores dela no Planeta: a chuva, a neve, os rios, lagos, oceanos as nuvens e as águas subterrâneas. Destacando a água na forma liquida a que mais tem importância no aproveitamento para atividades humana e manutenção dos ecossistemas.

2.4. IMPORTÂNCIA DAS NASCENTES NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL

As nascentes contribuem para a formação dos grandes rios, riachos e lagos, é o local onde inicia um curso d'agua. Segundo Braga (2011) [17], as nascentes prestam relevantes serviços ambientais, dentre eles manutenção dos cursos d'água e da biodiversidade, assim como da vida em todas as suas formas, como já mencionado por outros autores.

O aumento dos problemas ambientais compromete o equilíbrio dos ecossistemas, as demandas por recursos hídricos para atender a expansão econômica do Brasil entram nesta conta. Segundo ANA (2017) [6], a demanda por uso de água no Brasil aumentou aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas, alcançando valores de 2.098 m^3/s, deste, um total próximo de 50% é de fato consumido. Em 2030 esta estimativa pode sobrepor mais 30%. As demandas estão relacionadas ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do país.

O reconhecimento das nascentes no contexto de gestão dos recursos hídricos, traz uma série de benefícios, principalmente no meio rural, onde deste tipo de fonte advém o abastecimento de grande parte desse público. De acordo com Braga (2011) [17] no meio rural as nascentes desempenham essencial papel no atendimento às demandas de água das populações rurais difusas, que não teriam condições de receber o abastecimento de água pelo sistema convencional público, principalmente em decorrência da dispersão espacial das localidades a serem assistidas.

O que preocupa nesse contexto é a forma como tem desencadeado a ocupação dos espaços e as atividades para atender as demandas que surgem nesses ambientes, seja eles rurais ou urbanos, uma vez que geram desequilíbrios nos ecossistemas aquáticos e terrestres. Conforme aponta Aguiar Neto *et al*, (2015) [3], o reconhecimento da importância da preservação ambiental não tem impedido que as necessidades humanas continuem sendo, muitas das vezes, satisfeitas em decorrência da exploração inadequada do meio ambiente.

Assim, para promover, de fato, disponibilidade hídrica com aspectos quali-quantitativas aceitáveis dos recursos hídricos deve haver investimentos no setor ambiental e afins para integrar e implementar políticas afirmativas que envolvam a gestão hídrica, um exemplo é a recuperação de nascentes e mananciais, uma vez que

um rio é poluído ou degradado, já aponta prejuízos de grandes dimensões, mas e se nascentes estão preservadas, há meios de recuperação do corpo hídrico. Por outro lado, se as nascentes forem afetadas aumenta a dificuldade de recuperação e manutenção desses sistemas. Elas são a fonte necessária e devem ser cuidadas com prioridade. Segundo Selva & Machado (2018) [56], as nascentes são de grande relevância para o desenvolvimento e dinâmica de áreas de produção e para o consumo humano, porem se faz necessário o uso desses sistemas de forma equilibrada, para não haver colapso.

Os usos da água precisam de uma gestão robusta, onde todos os que fazem uso sejam atendidos de forma digna e dentro do que preconiza a lei. É preciso utilizar estratégias que promovam a manutenção da água no planeta, aplicação de políticas efetivas, com fiscalização, pois apesar de inúmeras leis ambientais brasileiras, a ocupação humana em áreas protegidas é crescente. Nas nascentes e áreas de entorno ocorrem desmatamentos para exploração diversa, como áreas de pastagens, agricultura, residências, indo de encontro as bases legais, contudo, atendendo, muitas vezes, as necessidades de comunidades locais ou próximas, nos processos produtivos que os sustentam (OLIVEIRA, 2015) [69].

No Brasil as atividades que precedem dela são: irrigação, abastecimento humano e animal, industrial, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer. A compatibilização dos usos múltiplos da água deve levar em conta as peculiaridades e diferentes necessidades de cada uso. Figura 4. Diante do exposto e da importância da água no cotidiano da humanidade, é preciso entender as finalidades que a água apresenta

Figura 4 – Usos da água no Brasil.

Fonte: ANA, (2017) [7].

2.5. PROGRAMA E INCENTIVOS VOLTADOS PARA CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE NASCENTES.

São muitos exemplos de projetos espalhados pelo Brasil que incentivam a conservação e recuperação de nascentes. Muitos deles são mais direcionados para os produtores rurais, uma vez que estes em suas propriedades têm nascente de interesse econômico e socioambiental.

Um exemplo a nível nacional é o Programa Produtor de Água da ANA, tendo como princípio norteador a política de estímulo para Pagamento Por Serviços Ambientais (PSA), o qual orienta e certifica projetos que visa a conservação e recuperação da qualidade ambiental dos mananciais. De acordo com a ANA (2018) [70], trata-se de um programa moderno seguindo tendências mundiais com caráter de PSA e ajustado ao princípio do provedor-recebedor aliado a gestão de recursos hídricos, um programa espalhado por todo Brasil que contempla entre algumas ações recuperação e proteção de nascentes e reflorestamento de APP's.

Outro exemplo de sucesso é no município de Extrema divisa de Minas Gerais e São Paulo cujo projeto é nomeado como Conservador das Águas, região de grandes

números de nascentes em áreas rurais, é um programa gerido pela Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Extrema - MG. Segundo Pereira *et al*, (2016) [71], objetivo foi aumentar a cobertura florestal implantar micro corredores ecológicos; reduzir os níveis de poluição difusa rural decorrentes dos processos de sedimentação e eutrofização e de falta de saneamento ambiental; difundir o conceito de manejo integrado de vegetação, solo e água, propondo sustentabilidade socioeconômica e ambiental por meio de incentivo financeiro aos proprietários rurais.

De acordo com ANA (2018) [7] foi o primeiro projeto a ser implementado utilizando a metodologia do PSA e premiado nacional e internacionalmente, o Conservador das Águas. Essa iniciativa continua em operação nos dias atuais expandindo suas ações, inclusive, para outros municípios de toda a Serra da Mantiqueira.

No estado de Pernambuco, através da Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos (SRHE), em 2010, foi elaborado o Termo de Referência e Edital para seleção de projetos de plantio de mata ciliar e recuperação e revitalização de nascentes em Áreas de Preservação Permanente (APP), a serem financiados pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO). Segundo Oliveira Neto (2013) [68], um dos projetos foi denominado Recuperação e Conservação de Matas Ciliares e de Nascentes na Bacia do Capibaribe, iniciativa da Sociedade Nordestina de Ecologia (SNE) em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O projeto teve como objetivo geral “recuperar e conservar matas ciliares e nascentes em assentamentos rurais visando a proteção de APP e o uso sustentado da água pelos agricultores”.

No estado de Minas Gerais através do Companhia de Minas e Energia (CEMIG), Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), Universidade Federal de Larvas (UFLA) e Centro de Excelência em Matas Ciliares (CEMAC) foi realizado um projeto Nascentes: o verdadeiro tesouro da propriedade rural – O que fazer para conservar as nascentes em propriedades rurais. O objetivo deste projeto foi levantar a vegetação de 220 nascentes na bacia do Ribeirão Santa Cruz em Larvas – MG e fazer o plantio de mudas, nesse protejo também contemplou a Educação Ambiental para conscientizar os produtores rurais sobre a importância das nascentes (CEMIG, *et al.,* 2010) [33].

2.6. GEOPROCESSAMENTO APLICADO AOS RECURSOS HÍDRICOS

Um dos grandes desafios encontrados para tratar a gestão ambiental é a incipiência de dados envolvendo o uso e ocupação do solo, assim como deterioração dos recursos naturais. De acordo com Cirilo *et al* (2014) [25] “A utilização de técnicas avançadas de planejamento do uso do solo urbano e rural podem trazer sensíveis ganhos de qualidade e rapidez para a elaboração de estudos, como planos diretores, e projetos de engenharia”.

Nesse contexto, o planejamento é imprescindível, Cirilo (2014) [25], confirma que é necessário o conhecimento prévio da área a serem trabalhadas, ou seja, suas características qualitativas e quantitativas. Nessa mesma linha Nowatzki *et al*., (2010) [67] acrescenta que uma das tecnologias que possibilitam a caracterização física de uma região é denominada geotecnologia. Este artifício permite o emprego de diversas ferramentas disponíveis para o conhecimento, gestão e monitoramento das bacias hidrográficas de uma região e o aproveitamento dos recursos naturais ali existentes.

A utilização de sensoriamento remoto em hidrologia, por exemplo, ganhou impulso nos últimos anos, principalmente devido ao desenvolvimento de novos sensores orbitais que podem ser utilizados no monitoramento hidrológico e climático. Incluindo parâmetros superficiais e demais fases do ciclo hidrológico terrestre (Liang, 2004[54]; Mendes, 2013) [58].

O SIG Sistema de Informações Geográficas não só para a área da hidrologia, mas também tem sido empregada em outras atividades ambientais, disposta como um arsenal de informações de alta qualidade e precisão que subsidiam na gestão e planejamento dos recursos. Segundo Alves & Carvalho (2007) [5]; Nowatzki *et al*. (2010) [67], para a proteção do meio ambiente, o uso do SIG tem contribuído com as metodologias empregadas em estudos e planejamentos oferecendo maior agilidade, objetividade e consistência no planejamento ambiental.

Assim, as geotecnologias como instrumento para estudos ambientais em bacias hidrográficas e ordenamento territorial, podem alcançar os seguintes produtos: extração de drenagem, pontos de nascentes, aspectos topográficos, clima e vegetação, contribuindo para uma gestão de qualidade e eficiente na tomada de decisão.

2.7. GEOPROCESSAMENTO DIRECIONADO A NASCENTES

Diante da importância das nascentes para a conservação dos recursos hídricos, é de extrema importância identificar o local onde estas ocorrem, mapeando-as e, possibilitando assim um diagnóstico que, por sua vez, deverá subsidiar ações de recuperação, conservação e preservação das nascentes. De acordo com Santos *et al*, (2014), a utilização do SIG pode ser uma excelente ferramenta, visto que os mapeamentos são realizados com maior precisão, além de permitir a delimitação das demais categorias que na legislação se apresentam de uma forma subjetiva, como é o caso das Linhas de Cumeada, Topos de Morros, de Montanhas, entre outros. Segundo Silva *et al.,* (2012) [93], estas tecnologias avançam significativamente o desenvolvimento de estudos em vários aspectos do espaço geográfico, como o desenvolvimento de planejamento e gerenciamento e ações, por exemplo.

Com a utilização do geoprocessamento é possível identificar os pontos mais altos do terreno e consequentemente delimitar as bacias hidrográficas assim como extrair sua drenagem. Com posse dessas informações faz-se a mapeamento dos pontos iniciais dos canais de drenagem, preestabelecidos como pontos de nascentes. Segundo afirma Felippe (2009) [43] não existe uma metodologia precisa para este tipo de mapeamento, uma vez que este método pode subestimar o número real das nascentes. Entretanto pode servir como elemento norteador para prever estudos dessa natureza.

Nos últimos anos o geoprocessamento tem sido uma ferramenta para trabalhos de mapeamento e no monitoramento dos recursos naturais terrestres, se destacando como uma alternativa mais viável e que permite agilizar estes processos (EUGENIO *et al.,* 2011) [42]. Isto pode ser atestado com a existência, na literatura científica brasileira, de artigos que citam a utilização de geotecnologias para o mapeamento automático de APPs, como Nascimento & Fernandes, (2017) [65]; Cocco *et al.,* (2016) [27]; Bello *et al.* (2014) [14]; Eugenio *et al.* (2011)[42], Soares *et al*. (2012)[95] , Hott *et al*. (2004)[51] e outros.

2.8. PE3D E AS PERSPECTIVAS NA GESTÃO RECURSOS HÍDRICOS

Atualmente o geoprocessamento tem sido uma aliada nos estudos de cunho ambiental e gestão de recursos hídricos, utilizando técnicas de matemática e

computacionais para tratamento de informações geográficas, como já mencionado. O emprego de imagens espaciais de alta resolução serve para caracterizar dados geográficos visando planejamento e ocupação ordenada do território.

Nesse sentido, o estado de Pernambuco investiu no detalhamento espacial envolvendo todo seu território, fazendo uma varredura a laser com imagens de alta resolução. Segundo Cirilo (2014) [25] a tecnologia empregada é a LiDAR (Light Detection And Ranging), onde sensores e câmeras foram instalados em oito aviões, percorrendo os 98.149km² do Estado de Pernambuco, subdivididos em 12.962 folhas articuladas, agrupadas em cinco blocos. Um projeto encabeçado junto a Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos (SRHE - PE).

Os produtos gerados a partir destes dados de aerofotogrametria e perfilhamento a laser são: ortofotos, MDE ASCII, MDE RASTE, MDT RASTER, MDT ASCII, em alta resolução espacial: 12cm, 50 cm e 1m e radiometria entre 8 e 32 bits nas escalas 1:5000 e 1:1000 (PERNAMBUCO, 2018) [77].

Com características tão diferenciadas os objetos resultantes do PE3D apresentam um arsenal de dados para realização de projetos que favoreçam a gestão do estado nas mais diversas áreas. De acordo com Cirilo *et al*, (2015) [26], a empregabilidade destes recursos pode abranger área de engenharia, planejamento, ambiental e com alto grau de precisão e quantidade de informações que superestima ações governamentais e da iniciativa privada. O PE3D deve se tornar um marco para o desenvolvimento no campo acadêmico também. Na área de recursos hídricos o PE3D já foi utilizado em estudos de desenvolvimento de sistemas de alerta para controle de cheias (Dantas *et al*., 2014) [38] e sistema de monitoramento de cheias desenvolvido por Silva (2015) [92].

2.9. A DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM), informa que nas últimas seis décadas os seres humanos modificaram os ecossistemas extensivamente o que nunca foi visto em outro momento da história. Esse comportamento ocasiona sérios danos ao meio ambiente e a qualidade de vida de parcelas da população. Segundo

Almeida (2017) [4] o resultado são danos muitas vezes irreversíveis, o que pressupõe um modelo insustentável de uso dos recursos naturais do planeta.

Os impactos gerados são das mais diversas ordens desde a perda da biodiversidade a contaminação de solo e rios. Conforme estudos de Mendoza *et al.,* (2011) [60] os processos de produção para atendimento das demandas pós revolução industrial, influenciam nos recursos naturais sob aspectos qualitativos, atingindo áreas em grandes proporções em diversas partes do mundo. Fonseca e Fonseca (2012) [47] atestam em seu trabalho que muitas dessas transformações podem provocar desequilíbrio nos ecossistemas, uma vez que existe uma inter-relação entre os recursos e o meio.

No Brasil essa descrição se torna ainda mais relevante, uma vez que o território nacional apresenta uma grande extensão e complexidade de ambientes. Dentro da realidade do Nordeste brasileiro o semiárido está em destaque uma vez que ocupa maior parte desta região. Com vegetação característica de caatinga, situação de chuvas irregulares e severas condições edáficas, propicia maiores impactos sobre o uso desordenado do solo. Para Fernandes et al. (2015) [45], a região semiárida vem sendo exposta a um intenso processo de degradação pelo avanço da agricultura e pecuária, atividades estas que se intensificam com o passar dos anos e subsidiam a exploração predatória. Como consequência perda da biodiversidade, queda na fertilidade do solo e a intensificação dos processos erosivos (COELHO, 2014) [28].

Para mitigar esses problemas são necessários investimento em políticas públicas e gestão sustentável, além do uso de tecnologias no levantamento e monitoramento dos recursos naturais e promover a racionalização do uso, e o desenvolvimento pautado em planejamento e uso racional (NASCIMENTO & FERNANDES, 2017) [65].

A região do Agreste Central, contemplada neste trabalho se encaixa nas descrições dos textos supracitados, que compreende dentre suas principais atividades: pecuária, agricultura e serviços. O uso do espaço pode ser dimensionado da seguinte forma: Área produtiva (agricultura e pecuária); Área Construída ou pavimentada; Solo exposto quando não está em uso, mas existe desmatamento ou limpeza para futuras atividades; Vegetação que engloba em sua maioria os brejos de

altitude e áreas planas com presença acentuada da vegetação de Caatinga e por fim Recursos Hídricos (Água) para atendimento das demais atividades.

Essa estruturação pode ser compreendida, a partir de dados sobre o desenvolvimento local. As terras do Agreste Pernambucano, foram povoadas a princípio pelos portugueses aliada a pecuária, excluindo os índios que habitavam a região (MONTE, 2014) [63]. Ainda hoje é notável essas atividades. Segundo dados do PERNAMBUCO - BDE (2018) [78], a pecuária em maior escala é a bovina de corte, seguida da leiteira, porém com espaço em menor proporção para caprinos e ovinos, para atender essa demanda é realizado o plantio de forrageiro e pasto. Avicultura também cumpre grande valor na região.

Na sequência outras atividades de destaque que requer uso do solo e recursos naturais é a agricultura, a região produz principalmente frutas, verduras e hortaliças. Os cultivos são de banana, laranja, limão, abacate, goiaba, manga e maracujá, além da castanha de caju e do café (beneficiado). Em termos de produção as principais lavouras permanentes no território são a banana, e o maracujá que juntas correspondem a 92% da produção total do território. Nas áreas de brejo, o clima semiárido e vegetação de caatingas, propiciam o cultivo de fruticulturas, hortaliças e café. (PERNAMBUCO - BDE, 2018) [78].

Muitas áreas no agreste central são encontradas livres de vegetação e produção agrícola, trata-se de regiões onde o solo está exposto, preparados para agricultura, pastagens ou áreas que estão em processos de degradação. De acordo com Sá *et al.,* (2010) [85] a degradação é o resultado da interação imprópria das atividades humanas, a exemplo extração excessiva de produtos florestais, queimadas, sobrecarga animal, uso intensivo do solo e manejo inadequado além do emprego de tecnologias não apropriadas para ecossistemas frágeis.

As áreas construídas representam os núcleos urbanos, comunidades, fazendas e propriedade pequenas rurais. O desenvolvimento delas no agreste se deu através da comercialização de produtos de matriz rural pecuário (caprinos, bovinos, galináceos) e agrícola (milho, mandioca, banana, algodão, maracujá, caju e outros) em larga escala e pela comercialização da produção têxtil, até mesmo para atender as necessidades locais. Segundo Lima *et al.,* (2016) [55] observa-se que o campo é

estruturante no processo de espraiamento das cidades, assim como a cidade é para a circulação de pessoas e comercialização dos produtos advindos da área rural.

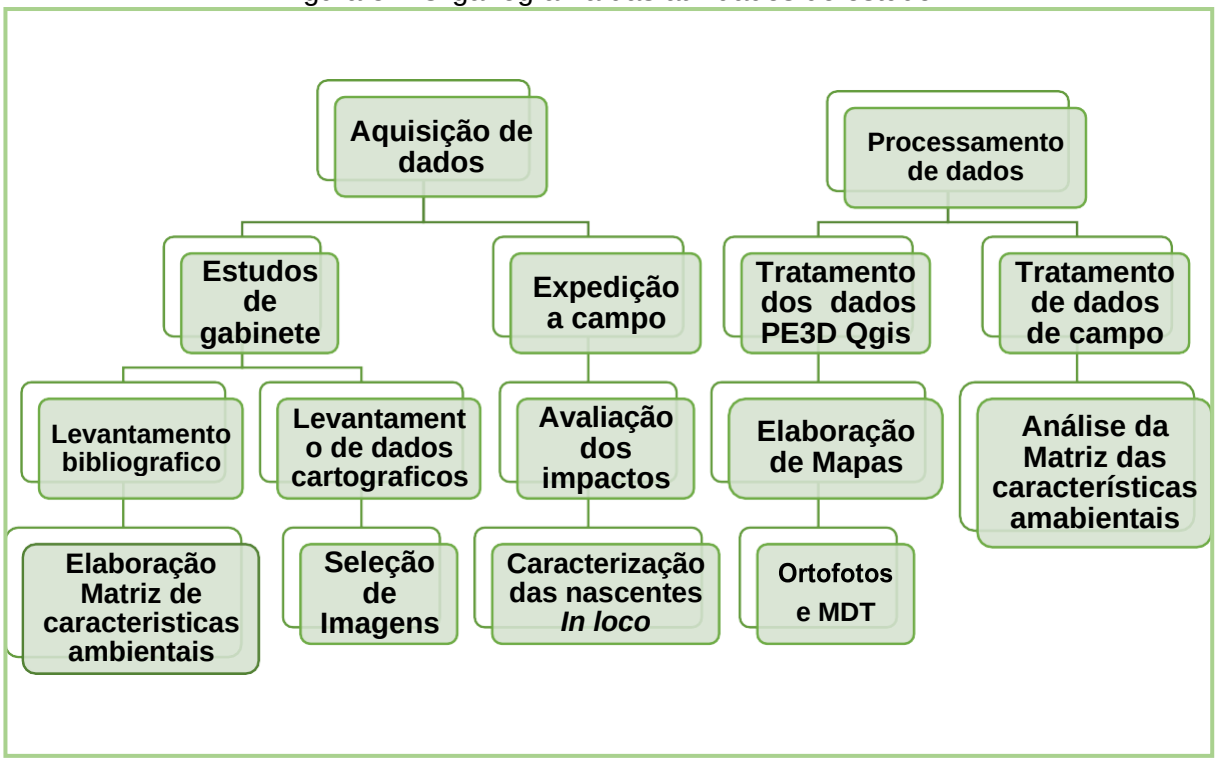
Outro elemento de substancial verificado em estudos de dinâmica do solo é a vegetação local. Neste trabalho as proposições estão voltadas para caatinga ou vegetação remanescente de mata atlântica nos brejos de altitudes. De acordo com dados do MMA (2010) [62] a Caatinga enfrenta problemas decorrentes da produção agrícola e pecuária, onde a perda vegetal dá lugar a essas atividades, a diminuição da vegetação lenhosa, especialmente para produção de lenha e carvão; erosão e perda de fertilidade do solo; desertificação; salinização do solo em perímetros irrigados; assoreamento; declínio da qualidade das fontes hídricas; e perda de biodiversidade. Já áreas de brejos de altitudes configuram-se resquícios de Mata Atlântica, formando ilhas de floresta úmida em plena região semiárida cercadas por vegetação de caatinga, a predominância do extrativismo de madeira e de lenha como principal fonte de energia, coloca em risco esse bioma ainda tão pouco conhecido (Rodrigues, 2008) [84].

O uso e ocupação do solo envolvem estudos de natureza hídrica, um tema tocante para a região de estudo, que se caracteriza, principalmente, pela escassez de água, decorrente da incidência de chuvas apenas em curtos períodos de três a cinco meses por ano, irregularmente distribuídas no tempo e no espaço. Conforme Sobral (2011) [96] a extensão territorial do semiárido requer melhorias na oferta de água e para tanto é imprescindível a implantação de projetos estruturantes e não estruturantes para renovar o dimensionamento dos sistemas de abastecimento de água, a exemplo, captação de água de chuva e a construção de cisternas, bem como sistemas de reuso de esgotos domésticos na agricultura. Atrelado a isso a participação da sociedade e a integração com outros setores como meio.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O desenvolvimento deste trabalho foi a partir de levantamento bibliográfico, tratamento de dados geográficos e expedição a campo para identificação e caracterização *in loco* dos pontos de nascentes no Agreste Central Pernambucano, cujo objetivo é analisar o seu estado de conservação, com base na metodologia adaptada dos autores Gomes (2005) [50] e Gomes, (2015) [49]. Por fim chegar aos resultados e as considerações. Estas etapas estão indicadas na Figura 12.

Figura 5 – Organograma das atividades do estudo.



Fonte: O autor, (2018).

3.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS E CARTOGRÁFICAS

A obtenção de dados foi iniciada a partir de literatura especializada com seleção de elementos-chaves sobre o tema proposto e área de estudo, assim como o conhecimento da metodologia empregada. Para este fez-se uso de livros, textos, artigos, dissertações, manuais, planos de governo e outras publicações.

Ao passo que evoluía as análises bibliográficas, foram realizadas busca em banco de dados espaciais para dá suporte na identificação dos pontos que passaram por vistorias e caracterização. No caso deste trabalho foram utilizadas o conjunto de informações geográficas componentes do Pernambuco Tridimensional (PE3D), Imagens do tipo MDT e Ortoimagens, como representados nas figuras 6 e 7 e por fim elaboração de materiais cartográficos.

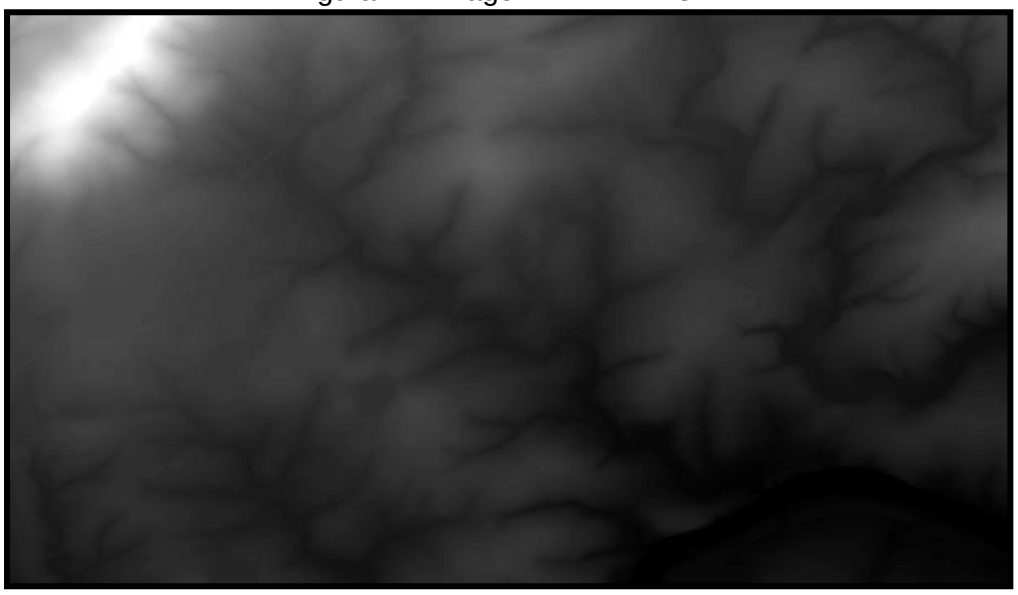
As ortoimagens foram utilizadas para estudos de uso e ocupação do solo nos municípios contemplados neste estudo.

Os MDTs sua utilização foi para extração de drenagem, estudos de relevo e extração de possíveis pontos de nascentes.

Figura 6 – Ortoimagem - PE3D

Fonte: http://www.pe3d.pe.gov.br/mapa.php

Figura 7 – Imagem MDT - PE3D



Fonte: 2http://www.pe3d.pe.gov.br/mapa.php.

Shapefiles da ANA, MMA, CONDEPE/FIDEM IBGE e Embrapa também foram utilizados para desenhos utilizados na caracterização da área de estudos. Mapas de localização, clima, vegetação, solo e geomorfologia. Para início deste estudo, foi realizada uma pesquisa no perímetro do Agreste Central Pernambucano.

As imagens utilizadas para desenvolvimento deste trabalho foram imagens do Projeto Pernambuco Tridimensional (PE3D) [77], imagens de MDT e Ortoimagens. Para esta pesquisa foi efetivada a extração da drenagem, possíveis pontos nascentes, relevo e uso e ocupação do solo, com a utilização do software Qgis e também literatura especializada, principalmente de órgão públicos que possuem informações acerca do tema.

As imagens utilizadas foram na escala 1:5000, os MDT apresentam as resoluções espaciais de 1m e as ortofotos com resolução de 50 cm. Ambas apresentadas em formato GeoTIFF e arquivo auxiliar TFW (PERNAMBUCO, 2018) [77]

Para extração de drenagem o software Qgis foi utilizado com o complemento TauDEM, um conjunto de ferramentas para construção de análises hidrológicas.

Para extração automática de pontos de nascentes, utilizou-se o shapefile de drenagem apoiado na a aplicação da ferramenta Stream Feature Extractor do QGis, que resulta em um vetorial com diversos vértices. Para esta análise foi o utilizado o “Sink”. A partir deste item foram coletadas as coordenadas de algumas nascentes

para averiguação em campo. Essa aplicação foi embasada no material de Santos *et al.,* (2014) [88} e feita uma analogia a ferramenta Feature Vertice To Point do Arcgis, a qual realiza este procedimento.

A geração dos dados de relevo deu-se a partir das imagens MDT disponibilizados também pelo PE3D, com a importação e manipulação dos arquivos pelo software Qgis.

3.2. EXPEDIÇÃO A CAMPO: APLICAÇÃO ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES (IIAN) COMO FERRAMENTA DE QUALIFICAÇÃO DAS NASCENTES.

No segundo momento foi realizada a atividade de campo para levantamento de dados primários, permitindo avaliar a especificidade de cada nascente, com base em um cadastramento e registro visual, seguido da marcação dos pontos por meio de GPS e relatório fotográfico.

Os parâmetros ambientais que subsidiaram a construção dos IIAN, são macroscópicos e de caráter qualitativos. A adição destes ao trabalho se deu por meio de uma matriz formulada por estudos preexistentes consultados nos trabalhos de e Gomes (2015) [49]; Bello (2014) [14]; Felippe (2009) [43]; Gomes (2005) [50].

A. Resíduos sólidos: Conforme Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) [20], trata por resíduo material, “substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em estados sólido ou semissólido, cujas características dificultam o lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água. Assim quanto maior o quantitativo desse tipo de material maior o impacto sobre o meio.

B. Esgoto na nascente: presença de matéria liquida proveniente de residências, currais (ou outros criatórios), indústrias ou outra depositada diretamente na APP da nascente, assim como o fluxo pluvial que ao atingir a APP trazem contaminantes através do escoamento (GOMES, 2015) [49].

C. Processo erosivo: o deslocamento de sedimentos na superfície terrestre resultantes dos processos intempéries e antrópicos, principalmente através da água, vento e retirada da mata ciliar. Os agravamentos dos processos erosivos levam a produção de sulcos ou voçorocas (BIGARELA, 2003) [16]. Tendo como consequência assoreamento dos corpos hídricos, entre outros. De acordo com Gomes (2015) [49] se o processo erosivo for verificado na margem das nascentes é considerado impacto

de grau 3, mas neste trabalho o este aspecto foi subdividido em sulcos e voçorocas, com grau 2 e 1, respectivamente.

D. Cor da água: a turbidez na água indica perda de qualidade da água, uma vez que a penetração da luz é prejudicada, pois normalmente esta característica indica presença de material coloidal, como argila além de partículas que podem vir do próprio solo por ausência de mata ciliar (TUNDISI, 2008) [101]. Assim a classificação para este parâmetro aponta que quando apresenta turbidez, trata-se de um impacto moderado, mas quando totalmente escura o grau de impacto é maior qualificado por pontuação 3, seguindo a metodologia apontada por Gomes (2015) [49].

E. Odor: refere-se à liberação ou não de algum tipo de mau cheiro pela água que pode ser pertinente a matéria imersa ou em suspensão no corpo da nascente, ou entorno, podendo apresentar diversas intensidades (Ribeiro, 2014) [82]. O odor pode ser avaliado a partir de uma manifestação que apresenta grau intenso, suave e ausente, para este estudo.

F. Espuma: A espuma pode ser um indicativo de presença de lançamento de poluição sanitária. Para esta avaliação adotou-se o método observado em Gomes (2005) [50]e Gomes (2015) [49] onde a espuma pode se apresentar densa, espaçada ou ausente. Este último sendo considerado melhor situação para o ambiente.

G. Óleos: a presença de óleos pode se dá por combustíveis ou lixo doméstico depositado no ambiente (TUNDISI, 2008) [101] O trabalho avaliou, em situação de ocorrência, uma presença quantitativa a olho nu, variando entre muito, pouco e ausente, num gradiente de 1, 2 e 3, respectivamente.

H. Vegetação: vegetação de mata ciliar e no entorno, APP, que corresponde a um raio 50 metros em torno da nascente, deve ser preservada, segundo a Lei 12.651/12 (Código Florestal Brasileiro) (BRASIL, 2012) [23]. A avaliação deste parâmetro foi feita a partir de observações diretas em campo. Os pontos que apresentavam vegetação nativa preservada foram atribuídos valor 1, pontos com capoeira ou projetos de recuperação valor 2 e áreas de pastagem e completamente nuas ou com produção agrícola ou pecuária valor 3.

I. Uso da nascente: Quanto menos uso fizer da nascente mais conservada. O uso para pecuária é um dos mais prejudiciais, uma vez que as excretas dos animais e o pisoteio prejudica a qualidade da água da nascente e a vegetação local. Seguido da agricultura, uma vez que a vegetação tem de ser removida para plantio. Uso para

abastecimento humano quando com proteção e preservando a área é considerado moderado. Entretanto se o uso desta nascente não atender a nenhum dos itens citados e estiver em uma área preservada ou em recuperação entende-se que está em bom estado de conservação. Para Pereira (2012) [71] as nascentes precisam ter proteção, pois sem as mesmas ficam vulneráveis a contaminação o que pode se agravar em período chuvoso devido a entrada de sedimentos.

J. Proximidades com residenciais: a distância de residências e/ou criatórios na APP da nascente é analisada quanto à presença ou não desses dois itens e quanto à distância dos mesmos em relação à nascente e sua APP. Para Gomes (2015) [49] quanto mais próximo houver residências, das nascentes, pior para a qualidade ambiental. Devido a influência que ações antrópicas exercem sobre o meio.

K. Proteção local: como já elucidado no item I., nascentes que não possuem proteção física, a probabilidade de contaminação é maior, uma vez que estão expostas, principalmente em períodos chuvosos, quando as nascentes podem ser atingidas por enxurradas e trazer resíduos dos mais diversos tipos.

L. Tipo de área de inserção: as nascentes em área protegidas têm uma tendência de sofrerem menos impactos, porém isso não é uma regra. Pode haver casos de nascentes “descuidadas” em áreas de parque, reservas e outros (Gomes, 2005) [50]

M. Uso do solo: a agricultura e pecuária são os mais agressivos para o meio. Segundo Gomes (2015) [49], causam compactação do solo, contaminação por excretas e poluição por agrotóxicos e uso em grande escala do recurso para atender a produção. Sendo então para este estudo as áreas protegidas as mais adequadas para entorno das nascentes.

N. Equipamento com infraestrutura: construção de infraestrutura em áreas de entorno das nascentes traz danos, muitas vezes irreparáveis. Segundo Gomes (2015) [49] a existência de distância inferior a 50m da nascente para construções de balneários, ruas, estradas, barramentos, canalização da água, cercas, telas, caixas de armazenamento, muros e outras formas ou tipos de obras de engenharia, provoca impacto de grau 3 na avaliação das nascentes.

O. Estado da APP: a observação de interferência antrópica na APP torna a área impactada. Isso implica: compactação do solo, agricultura, pecuária, desmatamento,

resíduos, esgotos, entre outros. Para este item a variação é apenas 1, 2 e 3, conservada, baixa degradação e alta degradação, respectivamente Gomes (2015) [49]; Gomes (2005) [50].

P. Eutrofização: O processo de eutrofização pode ocorrer naturalmente ou ser induzido pela ação do homem. Quando é induzido pelo homem a eutrofização é denominada artificial, cultural ou antrópica. A eutrofização artificial pode ser considerada como uma forma de poluição, segundo Tundisi (2008) [101], provoca inúmeras mudanças dentro de um ecossistema aquático e respostas mais evidentes, como o crescimento populacional de algas e macrófitas e a falta de oxigenação do ecossistema.

Q. Resíduo no entorno da nascente (APP): o mesmo que se aplica à resíduos na nascente, item A.

Para as nascentes intermitentes, no período de campanha estavam sem água, os parâmetros **Cor da água, Odor**, **Espuma, Óleos e Eutrofização** não foram tratados, assim a tabela admitiu uma pontuação diferente.

Para esta fase foram montados dois cenários, um contendo todos os parâmetros para as nascentes consideradas perenes e outro com a exclusão de odor, cor, óleos, espumas e eutrofização para as nascentes intermitentes que onde não foi possível aplicação na integra. Também foram aplicados pesos, no cenário II para cada parâmetro, o que permite uma classificação diferente da possível no cenário I.

O somatório dos pontos de cada parâmetro, foram analisados nas nascentes estudadas, definindo a classificação, ou seja, a o grau de preservação refletindo a qualidade ambiental quanto aos parâmetros macroscópicos. Para Gomes (2015) [49] os parâmetros sofrem uma variação quantitativa de 1 a 3, onde 1 era considerado sem impacto ou com impacto observável e 3 com impacto generalizado, para 2 o impacto foi considerado moderado.

Os parâmetros foram enquadrados em padrões para quantificações e realização de somatório dos pontos. Esta soma dos valores prevê o indicador numérico de impacto, o qual é usado para designar a classe da nascente.

Na tabela 1 estão dispostos os parâmetros aplicados às nascentes intermitentes sem atribuição de pesos. O somatório apontado no **IIAN** resulta sua classificação, a qual varia entre Ótimo, Bom, Razoável, Ruim e Péssimo.

Cenário I

Tabela 1 – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (sem peso) - Nascentes Intermitentes.

Qualificação / Parâmetro	Ruim (1)	Moderado (2)	Bom (3)	Peso
A. Resíduos sólidos	Muito	Pouco	Ausente	N/A
B. Esgoto na nascente	Visível	Provável	Ausente	N/A
C. Processo erosivo	Voçoroca	Sulcos	Ausente	N/A
D. Vegetação	Alta	Baixa	Conservada	N/A
E. Uso da nascente	Instalação de equipamentos	Consumo manual	Ausente	N/A
F. Proximidades residências	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	Mais de 1000	N/A
G. Proteção local	Sem proteção	Proteção	Proteção s/ acesso	N/A
H. Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Área protegida	N/A
I. Uso do solo	Agrícola/Pecu	Instalações	Ausente	N/A
J. Equipamento infraestrutura	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	Mais de 1000	N/A
K. Estado da APP	Alta degradação	Baixa degradação	Conservada	N/A
L. Resíduo no entorno (APP)	Muito	Pouco	Ausente	N/A

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] e Gomes (2005) [50].

Nascentes Intermitentes: o somatório dos pontos com qualificação máxima atinge 36 pontos. Sofrendo variação de 2 pontos para cada classificação (GOMES, 2015 e GOMES 2005), como são cinco categorias, ótimo é a classificação superior e péssima é a classificação inferior, ou seja, de menor pontuação, a partir de 39 pontos (Tabela 2).

Tabela 2 – Classificação das nascentes (grau de preservação) – Sem peso**.**

Cenário I – Classificação nascentes intermitentes - Sem peso	
Grau preservação	**Pontuação Final**
Ótimo	36 - 34
Bom	33 - 31
Razoável	30 – 27
Ruim	26 - 24
Péssimo	<23

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] e Gomes (2005) [50].

Na tabela 3 estão dispostos os parâmetros aplicados às nascentes sem atribuição de pesos, sendo elas perenes. O somatório permite o apontamento do **IIAN,**

que resulta sua classificação, a qual varia também entre Ótimo, Bom, Razoável, Ruim e Péssimo.

Tabela 3 – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (sem peso) - Nascentes Perenes.

Qualificação / Parâmetro	Ruim (1)	Moderado (2)	Bom (3)	Peso
A. Resíduos sólidos	Muito	Pouco	Ausente	N/A
B. Esgoto nascente	Visível	Provável	Ausente	N/A
C. Processo erosivo	Voçoroca	Sulcos	Ausente	N/A
D. Cor da água	Escura	Turva	Clara	N/A
E. Odor	Intenso	Suave	Ausente	N/A
F. Espuma	Densa	Espaçada	Ausente	N/A
G. Óleos	Muito	Pouco	Ausente	N/A
H. Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Conservada	N/A
I. Uso da nascente	Instalação de equipamentos	Consumo manual	Ausente	N/A
J. Proximidades residências	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	mais de 1000	N/A
K. Proteção local	Sem proteção	Proteção c/acesso	Proteção s/ acesso	N/A
L. Tipo de área inserção	Ausente	Propriedade privada	Área protegida	N/A
M. Uso do solo	Agrícola/Pecuária	Instalações rurais	Ausente	N/A
N. Equipamento infraestrutura	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	mais de 1000	N/A
O. Estado da APP	Alta degradação	Baixa degradação	Conservada	N/A
P. Eutrofização	Presença de algas	Perda da transparência	Ausente	N/A
Q. Resíduo entorno (APP)	Muito	Pouco	Ausente	N/A

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] e Gomes (2005) [50].

Nascentes Perenes: o somatório dos pontos com qualificação máxima atinge 51 pontos. Sofrendo variação de 2 pontos para cada classificação (GOMES, 2015 e GOMES 2005). Como são cinco categorias, ótimo é a classificação superior 51péssima é a classificação inferior, ou seja, de menor pontuação, a partir de 39 pontos (Tabela 4).

Tabela 4 – Classificação das nascentes (grau de preservação) – Sem peso.

Cenário I – Classificação nascentes perenes - Sem peso	
Grau preservação	**Pontuação Final**
Ótimo	51 – 49
Bom	48 - 46
Razoável	45 - 43
Ruim	42 - 40
Péssimo	<39

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] e Gomes (2005) [50].

Cenário II

As tabelas 5 e 7 são semelhantes aos anteriores, porém os parâmetros sofreram atribuição de peso, conforme ilustração no trabalho de Bello *et al.,* (2014) [14] e FILIZZOLA *et al*., (2013) [44]. Em ambos cada um do parâmetro aprece com pesos específicos, distribuído de acordo cada item, os quais somados e comparados com a tabela de classes resultam o comportamento do objeto de estudo. A adaptação proposta por Filizzola; *et al.,* (2013) [44] refere-se ao Índice de Vulnerabilidade Intrínseca dos Aquíferos à Poluição – IVIAP, cujo o objetivo é adequar para atender as principais características hidrogeológicas e geomorfológico na análise da vulnerabilidade à poluição dos sistemas aquíferos, direcionando para as águas das nascentes.

Tabela 5 – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (com peso) - Nascentes Intermitentes.

Qualificação / Parâmetro	Ruim (1)	Moderado (2)	Bom (3)	Peso
A. Resíduos sólidos	Muito	Pouco	Ausente	5
B. Esgoto na nascente	Visível	Provável	Ausente	5
C. Processo erosivo	Voçoroca	Sulcos	Ausente	10
D. Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Conservada	10
E. Uso da nascente	Instalação de equipamentos	Consumo manual	Ausente	5
F. Proximidades residências	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	Mais de 1000	5
G. Proteção local	Sem proteção	Proteção c/acesso	Proteção s/ acesso	5
H. Tipo de área (inserção)	Ausente	Propriedade privada	Área protegida	5
I. Uso do solo	Agrícola/Pecuária	Instalações rurais	Ausente	10
J. Equipamento infraestrutura	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	Mais de 1000	5
K. Estado da APP	Alta degradação	Baixa degradação	Conservada	10
L. Resíduo no entorno (APP)	Muito	Pouco	Ausente	5

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] Filizzola; et al., (2013) [44]; Gomes (2005) [50].

De acordo o somatório dos pontos e multiplicação dos respectivos pesos o total pode atingir a classificação máxima de 240 pontos e a mínima de 80. As diferenças entre esses valores resultam em 160 que dividido por 5 que é o total de classes da 32, este e o valor da variação em cada item do grau de preservação, 20% para cada (Tabela 6).

Tabela 6 – Classificação das nascentes (grau de preservação) – Com peso.

Cenário II – Classificação das nascentes intermitentes - Com peso	
Grau preservação	**Pontuação Final**
Ótimo	240 - 208
Bom	207 - 175
Razoável	174 - 143
Ruim	142 - 110
Péssimo	<109

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] e Gomes (2005) [50].

Tabela 7 – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (com peso) - Nascentes Perenes.

Qualificação / Parâmetro	Ruim (1)	Moderado (2)	Bom (3)	Peso
A. Resíduos sólidos	Muito	Pouco	Ausente	5
B. Esgoto na nascente	Visível	Provável	Ausente	5
C. Processo erosivo	Voçoroca	Sulcos	Ausente	10
D. Cor da água	Escura	Turva	Clara	2,5
E. Odor	Intenso	Suave	Ausente	2,5
F. Espuma	Densa	Espaçada	Ausente	2,5
G. Óleos	Muito	Pouco	Ausente	2,5
H. Vegetação	Alta degradação	Baixa degradação	Conservada	10
I. Uso da nascente	Instalaçãoequipamentos	Consumo manual	Ausente	5
J. Proximidades residências	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	mais de 1000	5
K. Proteção local	Sem proteção	Proteção c/acesso	Proteção s/ acesso	5
L. Tipo de área inserção	Ausente	Propriedade privada	Área protegida	5
M. Uso do solo	Agrícola/Pecuária	Instalações rurais	Ausente	10
N. Equipamento infraestrutura	Menos de 50m	Entre 50 e 1000m	mais de 1000	5
O. Estado da APP	Alta degradação	Baixa degradação	Conservada	10
P. Eutrofização	Presença de algas	Perda transparência	Ausente	10
Q. Resíduo no entorno (APP)	Muito	Pouco	Ausente	5

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] Filizzola; et al., (2013) [44]; Gomes (2005) [50].

Para as nascentes perenes situação é semelhante, porem devido a aplicação de uma maior numero parâmetros ocorre o aumento do valor final, variando de 300 a 100 Para a classificação esse o valor de variação é de 200, distribuído 20% para cada classe apresenta uma diferença de 40 (Tabela 8).

Tabela 8 – Classificação das nascentes (grau de preservação) – Com peso.

Cenário II – Classificação das nascentes perenes - Com peso	
Grau preservação	**Pontuação Final**
Ótimo	300 - 260
Bom	259 - 219
Razoável	218 - 178
Ruim	177 - 136
Péssimo	<135

Fonte: Adaptado de Gomes (2015) [49] e Gomes (2005) [50].

3.3. DINÂMICA DE USOS E OCUPAÇÃODO SOLO

A dinâmica de uso e ocupação do solo foi realizada com ortoimagens, as quais foram tratadas no softwere Qgis com o uso do complemento Dzetsaka: um plugin para classificação semiautomática e supervisionada, os classificadores que compõe este complemento são: gaussian mixture, random forest * e svm. O primeiro foi empregado no estudo.

Para verificação da qualidade das imagens classificadas foi aplicado o Índice de Kappa. Este atributo é feito a partir de coleta de amostras da imagem classificada e lançado no aplicativo SCP do QGIS qual executa formula expressa na figura 8. O cálculo é feito por meio de avaliação numérica de pixel encontrado e se existe conflito com as classes estudadas.

Figura 8 – Fórmula do Índice de Kappa.

$$\widehat{K} = \frac{\hat{p}_0 - \hat{p}_e}{1 - \hat{p}_e}$$

$$\hat{p}_0 = \sum_{i=1}^{r} \frac{n_{ii}}{n} \qquad \hat{p}_e = \sum_{i=1}^{r} \frac{n_{i.} * n_{.i}}{n^2}$$

Fonte: Cohen 1960.

Os resultados indicam a precisão das amostragens quando as análises atingem valores de desempenho entre 0,8 e 1 como mencionaram Fonseca (2000) [46];] e Yu *et al*. (2011); [106] e Congalton; Green (1998) [31] O agrupamento qualitativo para o Coeficiente de Kappa ainda pode variar entre péssimo e excelente, conforme tabela 10.

Tabela 9 – Agrupamento qualitativo do Coeficiente Kappa.

Índice Kappa	**Desempenho**
<0	Péssimo
0 < k ≤ 0,2	Ruim
0,2 < k ≤ 0,4	Razoável
0,4 < k ≤ 0,6	Bom
0,6 < k ≤ 0,8	Muito Bom
0,8 < k ≤ 1,0	Excelente

Fonte: Fonseca, 2000 [46].

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste item serão descritas informações sobre o Agreste Central Pernambucano dando ênfase para os municípios onde foram realizadas a pesquisa, isto inclui: Alagoinha, Belo Jardim, Brejo de Madre de Deus, Camocim de São Felix e São Bento de Una. Dentre os principais aspectos serão abordados: características hidrográficas das bacias, clima, relevo, solo e cobertura vegetal.

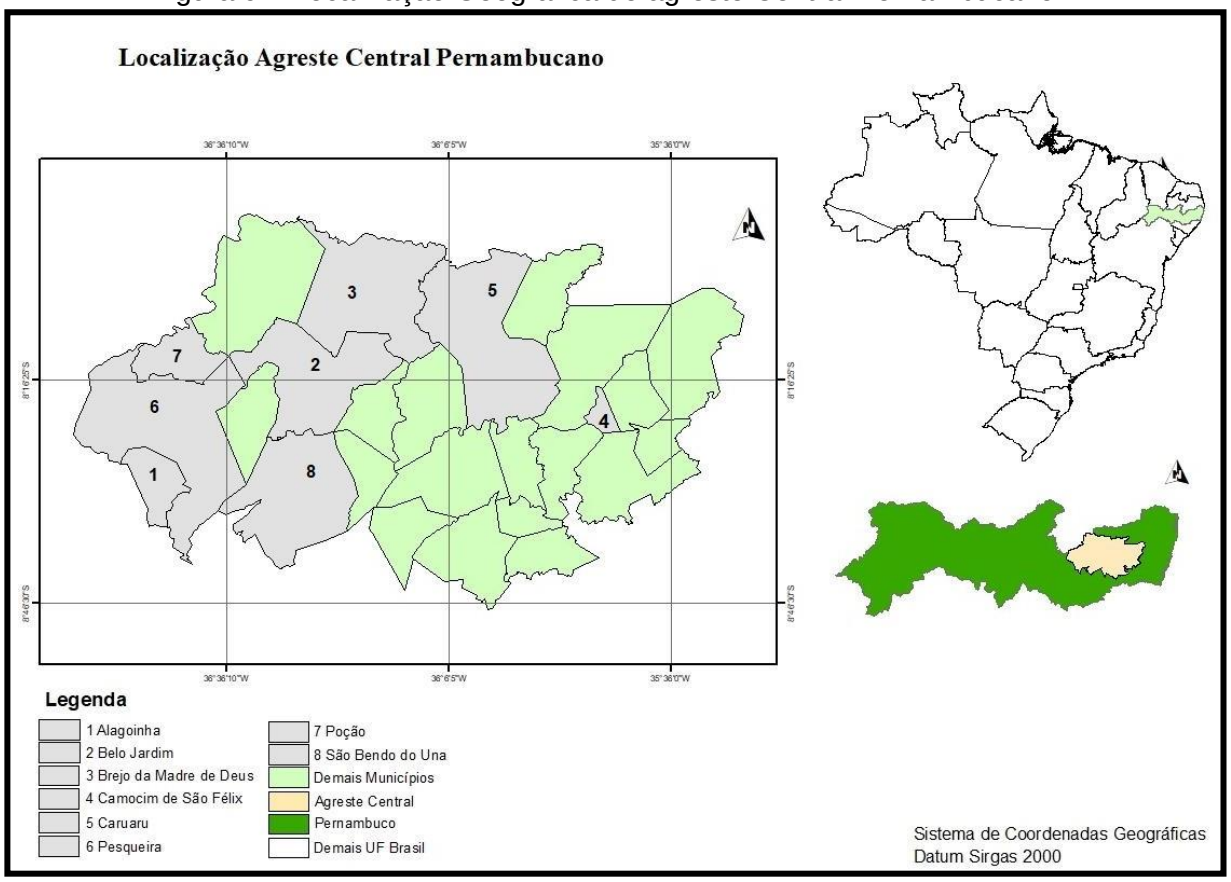
4.1. AGRESTE CENTRAL PERNAMBUCANO

O agreste é uma sub-região nordestina, denominada mesorregião do estado de Pernambuco, localizada entre a zona da mata e o sertão (zona de transição). Estende-se por uma área aproximada de 24.400 km, 24,7% do território pernambucano e conta com uma população de cerca de 1,8 milhão de habitantes (um quarto da população do estado) (IBGE, 2018). Para reorganização do estado existe uma divisão com base nas Regiões de Desenvolvimento de Pernambuco. Onde o Agreste é fragmentado em Agreste Central, Agreste Meridional e Agreste Setentrional (BDE - PE, 2018).

O Agreste Central Pernambucano, cerne deste trabalho, contempla as microrregiões do Vale do Ipojuca e Brejo Pernambucano. Com uma área de 10.117 km². Seu posicionamento geográfico está entre as coordenadas geográficas 36º 50’ 00” e 35º 30’ 00” Oeste e 8º 40’ 00” e 8º 0’ 0” Sul.

Os municípios que compõe o Agreste Central são: Agrestina, Alagoinha, Bezerros, Belo Jardim, Brejo da Madre de Deus, Caruaru, Jataúba, Pesqueira, Poção, Sanharó, Tacaimbó, São Caetano, Riacho das Almas, Camocim de São Felix, São Joaquim do Monte, Sairé, Barra de Guabiraba, Toritama, Santa Cruz do Capibaribe e Taquaritinga do Norte. (Figura 5). Geologicamente a região está situada sobre o Planalto do Borborema em uma altitude média entre 400 a 800 metros, sendo que em alguns pontos como nos brejos de altitudes, podem ultrapassar 1000 metros.

Figura 9 – Localização Geográfica do agreste Central Pernambucano.



Fonte: O autor, 2018.

De acordo com PERNAMBUCO (2016) [76], a população do Agreste Central, é de 868.573 habitantes e concentra 12% da população do Estado, em sua maioria residentes de área urbana com atividade econômica dinâmica, envolvendo agricultura, pecuária, indústria têxtil e alimentícia. A densidade demográfica é em média de 99,44 hab/km², destes mais de 61% encontram-se com índices de saneamento básico adequado, é o que aponta os dados do PERNAMBUCO (2018) [73]. O município com maior dimensão econômica do território é Caruaru, que possui atividades turísticas e comerciais dinâmicas, sendo considerada a cidade pólo do território.

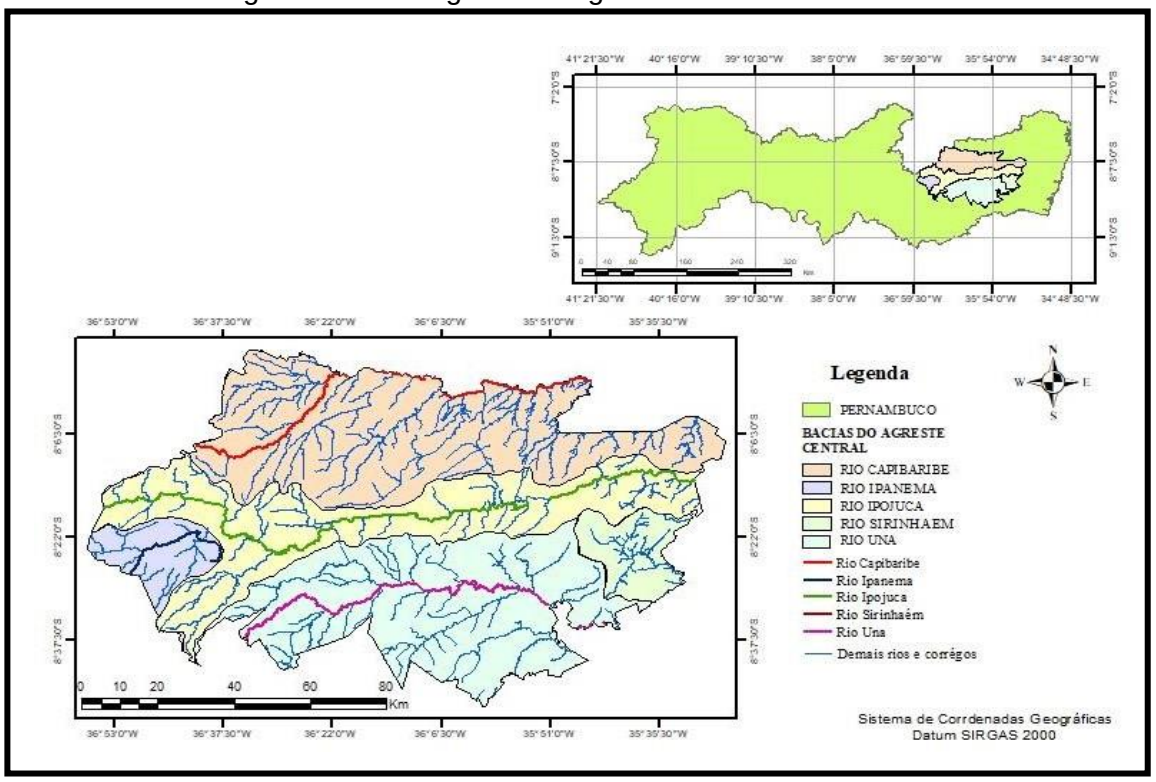
A região do Agreste Central de Pernambuco compreende um mosaico vegetacional, pois está em uma área de transição entre dois biomas, Mata Atlântica e Caatinga, sendo este último o mais expressivo na região PERNAMBUCO (2016) [73]. Porém, ocorrem misturas e interseções desses dois biomas em alguns segmentos na paisagem, principalmente próximo às zonas de contato nas áreas de

brejo de altitude, dentro do semiárido, que proporcionam condições do surgimento de florestas ombrófilas densas (AB'SABER, 2008) [1].

4.2. HIDROGRAFIA

A região do Agreste Central é interceptada por cinco bacias hidrográficas relevantes para o estado de Pernambuco, Ipojuca, Una, Capibaribe, Sirinhaém e Ipanema (PERNAMBUCO, 2018) [75], conforme Figura 6.

Figura 10 – Hidrografia do Agreste Central de Pernambuco.



Fonte: O autor, 2018.

A bacia hidrográfica do rio Ipojuca possui uma área de 3.435,34 km^2, que representa 3,49% do território de Pernambuco, com região hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental. Sua abrangência regional possui características complexas com contrastes climáticos, de relevo, de solos e de cobertura vegetal, além de socioeconômicos (PHA – IPOJUCA, 2010). O rio nasce em Arcoverde, no sertão do estado seguindo sentido leste, seus cursos são intermitentes, com perenidade a partir da cidade de Caruaru (PERNAMBUCO, 2018) [75].

A bacia hidrográfica do rio Capibaribe abrange uma área de 7.454,88 km² e está localizada na porção nordeste do Estado de Pernambuco. Exibe um ambiente também complexo de grandes alternâncias climáticas, de relevo, de solos, de cobertura vegetal e socioeconômicos (PHA – CAPIBARIBE, 2010). O rio nasce no município de Poção e Jataúba, seguindo e percorrendo várias cidades sendo então corpo receptor de esgoto doméstico e efluentes industriais (PERNAMBUCO, 2018) [75].

A bacia do rio Una apresenta uma área de 290 km de extensão e 6.740,31 km², dos quais 6.262,78 km² estão inseridos no Estado de Pernambuco, correspondendo a 6,37 % do total do Estado (PERNAMBUCO, 2018) [75].

A bacia hidrográfica do rio Ipanema está localizada em sua maior parte no Estado de Pernambuco, com sua porção sul no Estado de Alagoas, onde se estende até o rio São Francisco. A bacia dispõe de cinco reservatórios (Arcoverde, Ingazeira, Ipaneminha, Mororó, Mulungu). Sendo Arcoverde o de maior dimensão, com capacidade de 16.800.000 m³/s

O Rio Sirinhaém é o principal curso d'água da bacia, tendo sua nascente no Município de Camocim de São Félix, o qual atravessa as sedes municipais de Cortês e Gameleira. Os principais afluentes do Rio Sirinhaém são: na margem esquerda, o riacho do Sangue e os rios Amaraji, Camaragibe, Tapiruçu e Sibiró; e, na margem direita, os riachos Seco, Tanque de Piabas e Várzea Alegre, o Córrego Sabiá e o Rio Cuiambuca. O reservatório da bacia é o Brejão, no município de Sairé (PERNAMBUCO, 2018)

A rede hidrográfica que banha o Agreste é composta por rios perenes (em sua porção mais leste) e também por rios intermitentes, mais a oeste. Suas características físicas estão descritas na tabela 1.

Tabela 10 – Dados das Bacias Hidrográficas - Agreste Central - PE.

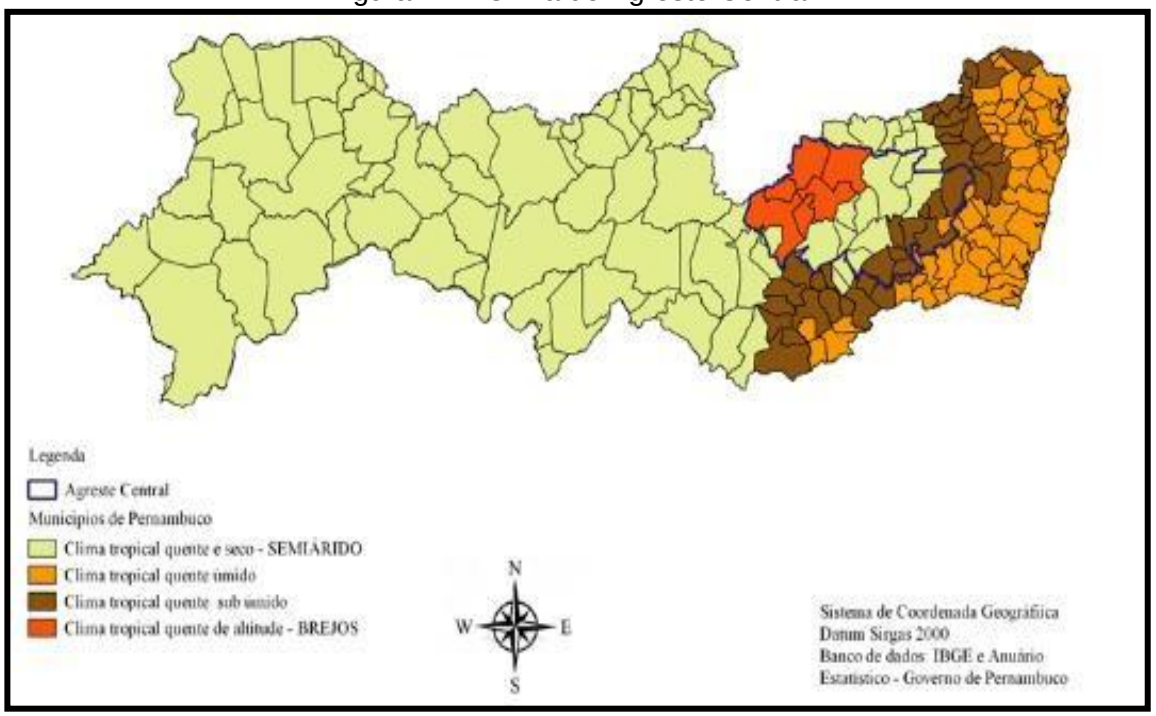
Bacia Hidrográfica	Extensão do rio principal (Km)	Área de drenagem (Km²)	Área de drenagem Agreste Central (Km²)
CAPIBARIBE	240	7.454,88	3387,845
IPOJUCA	320	3.435,34	2628,186
UNA	290	6.740,00	3054,262
SIRINHAÉM	158	2.090,64	506,006
IPANEMA	139	6.209,67	507,626

Fonte: O autor, (2018), adaptado de (PERNAMBUCO, 2018) [75].

4.3. CLIMA

O Agreste Central está inserido na região de predominância no semiárido, conforme ilustração da Figura 7.

Figura 11 – Clima do Agreste Central - PE.



Fonte: O autor, (2018), adaptado de (PERNAMBUCO, 2018) [75].

Vale ressaltar que apesar da caracterização de região árida, não se trata de uma característica única, mas sim prevalente, pois a região também é de transição morfoclimática, segundo Ab'Saber (2008) [1], situa-se entre dois morfoclimas distintos, um mais úmido e outro semiárido. Nesse contexto, o relevo é estrutural, pois divide a área em formas típicas tanto de zonas secas quanto de áreas com maior umidade.

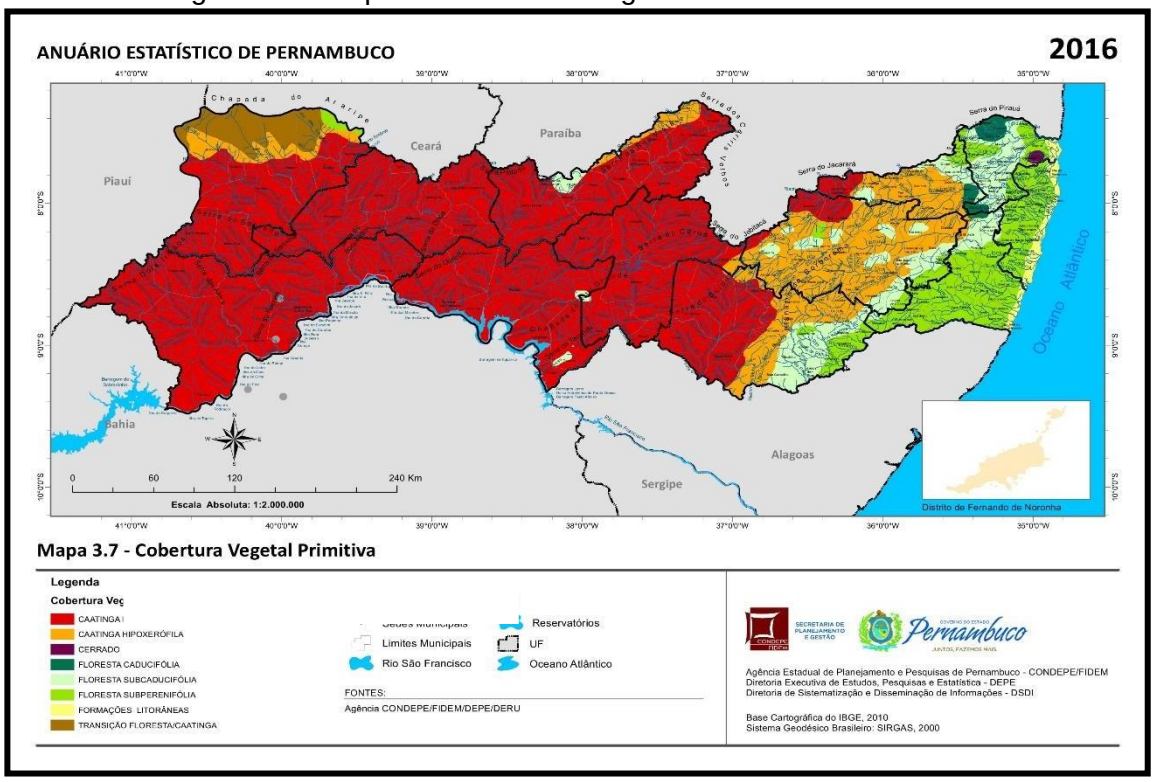
As chuvas, por sua vez, concentram-se em três ou quatro meses, quando ocorrem as enxurradas com trovoadas; não ultrapassando os 50 % do total anual, salve exceções que chegam a 70 % das chuvas do ano (NIMER, 1977) [66].

Em contrapartida a esse cenário, existem os "brejos de altitude" que apresentam destaque topográfico em relação às áreas circunvizinhas com um clima tropical de altitude, contrastando com as regiões mais secas no entorno. Segundo Rodrigues *et al,* (2008) [84], são área de exceção, beneficiados por características climáticas mais amenas e devido os atributos orográficos, a pluviosidade é superior.

4.4. COBERTURA VEGETAL

A região de semiárido é sediada por uma vegetação xerófila de predominância do bioma caatinga (Figura 8). Barreto (2010) [12] afirma que o bioma é o mais característico da região, em áreas Interplanálticas, com baixos índices de chuvas e suas principais características são a presença de arbustos com galhos retorcidos, cactos e bromélias, e a caducifólia dos arbustos, que costumam perder, quase que totalmente, as folhas nas épocas secas (AB'SABER, 2008) [1].

Figura 12 – Mapa da Cobertura Vegetal do Estado de Pernambuco.



Fonte: PERNAMBUCO (2016) [73].

Um bioma exclusivamente brasileiro com características peculiares. De acordo com MANTOVANI *et al* (2017) [58] uma paisagem diversa sob aspecto geológico e peculiar nas características vegetais:

> [...]Caatinga brasileira forneceu um espetacular teatro evolucionário para a radiação de muitas linhagens de plantas únicas e ricas em espécies, ... na Caatinga evoluíram adaptações únicas para prosperar em um ambiente hostil imposto por chuvas irregulares e secas prolongadas... árvores espinhosas de folhas pequenas com troncos retorcidos, bem como muitas plantas suculentas e ervas terofíticas que respondem eficientemente aos níveis mínimos de precipitação [...].

Adicionada a isso a vegetação do Agreste central também possui resquícios de Mata Atlântica. Um mosaico vegetacional, entre dois biomas. Segundo Ab'Saber, (2008) [1] são caracterizadas distintamente, porém, ocorrem misturas e interseções em alguns segmentos na paisagem, principalmente próximo às zonas de contato entre ambos e nas áreas de brejo de altitude, dentro do semiárido, que proporcionam condições do surgimento de florestas ombrófilas densas.

Para as áreas com maior elevação, como os brejos de altitudes, a caracterização da cobertura vegetal se apresenta mais densa e área com maior umidade que as demais regiões do semiárida. Segundo Rodrigues *et al.,* (2008) [84] trata-se de regiões com vegetação hipoxerófila com espécies endêmicas desse tipo de ecossistema.

A vegetação local é muito importante para manutenção do sistema, uma vez que estão adaptadas a baixa perda de água, já que uma das intempéries que assola as regiões de semiáridos são os altos índices de evapotranspiração, superando em alguns casos as precipitações, o que pode implicar em déficit hídrico (ARAÚJO, 2011) [9].

4.5. SOLO

Na região semiárida, existe uma grande diversidade de litologias, relevo e regime de umidade do solo. Estes fatores dão como resultados a presença de diversas classes, as quais apresentam diferentes feições morfológicas e posições na paisagem. No semiárido, geralmente, se apresentam rasos e com baixa retenção de água, necessidades estas que exigem um manejo adequado para diversos fins, concatenando aos aspectos climáticos, geomorfológicas, pedológicas, de uso e cobertura vegetal na perspectiva de amortecer os impactos, (CUNHA, *et al*, 2010) [36]

De acordo com estudos de Accioly (2017) [2], os principais tipos de solo no estado de Pernambuco são: Argissolos, Neossolos Litólicos e Planossolo. Para o agreste há prevalência de Planossolo, Neossolos, argilossolo, já o luvissolo em regiões mais espaçadas e em áreas mais áridas onde se apresentam mais pedregosos (Litólicos). As principais características dos solos estão dispostas no quadro 2.

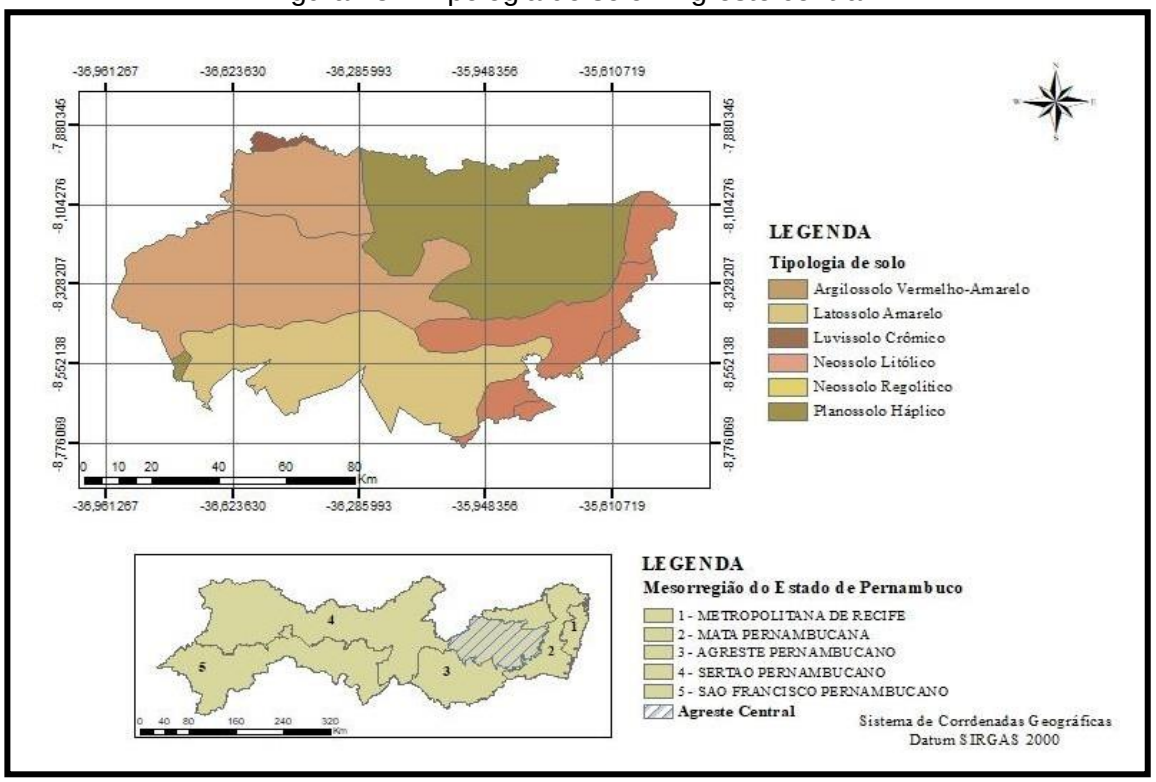
Tabela 11 – Características do solo no Agreste Pernambucano.

Tipo de Solo	Característica
Argilossolo vermelho amarelado	• Boa capacidade de armazenamento de umidade • Baixa fertilidade natural • Alta suscetibilidade à erosão. • Utilizado para agricultura intensiva
Latossolo amarelo	• Solo profundo e bem drenado, • Ocorrência em regiões planas ou com relevo suave. • Bom potencial para uso agrícola. Substrato para, pastagem e silvicultura, além da construção civil. • Fertilidade baixa e baixa ficção de fósforo.
Luvissolo crômico	• Típico do ambiente semiárido, rico em bases e argila de atividade alta. • Solo rico em nutrientes (Ca2+, Mg2+, K+) • Os mais profundos podem ser utilizados para agricultura irrigada com monitoramento • Pedregoso, suscetibilidade à erosão, • Risco de salinização e de solonização
Neossolo Litolitico	• Ocorrem em regiões de elevada restrição hídrica • Áreas de relevo suave ondulado • São solos rasos, não ultrapassam 1m. • Pedregoso na superfície • Mecanização agrícola limitada • Susceptibilidade a compactação e erosão
Neossolo Regolítico	• Comum no agreste nordestino • Não hidromórficos • Textura arenosa • Alta erodibilidade em declives mais acentuados • Utilizado para culturas de subsistência e pastagens
Planossolos Háplicos	• Elevado potencial nutritivo • Susceptíveis à erosão • Solo mal drenado

Fonte: Adaptado Accioly (2017) [2].

Apesar das limitações para utilização agrícola, devido a moderada fertilidade natural e baixos teores de fósforo. É possível implementar processos de adubação para fazer a correção deste solo e atingir produtividades satisfatórias. De acordo as informações citadas, na figura 9 é possível verificar a tipologia do solo distribuído na região.

Figura 13 – Tipologia do solo - Agreste central – PE.



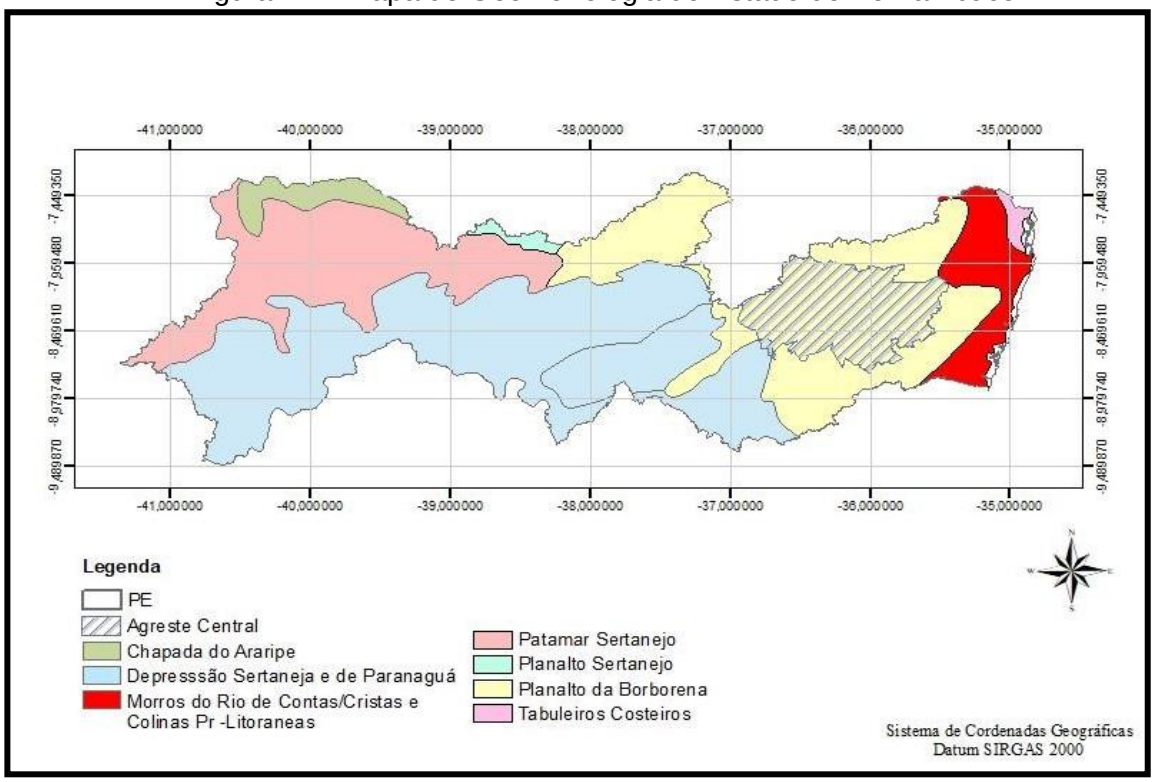
Fonte: Adaptado Embrapa (2011) [41].

Em regiões de brejos de altitudes, as terras não possuem um alto potencial para uso intensivo na agropecuária (aplicando alta tecnologia. Sobretudo devido a profundidade, pedregosidade e relevo acidentado que favorecem a erosão. Segundo Rodrigues (2008) [84] em contrapartida o alto teor de material orgânico na parte superficial, alta disponibilidade de umidade atmosférica, favorecida pela altitude elevada promove um ambiente singular, no semiárido, pois com a evapotranspiração reduzida, exibe uma vegetação florestal mais úmida e densa, em contraste à caatinga.

4.6. RELEVO

Em relação à geomorfologia, a região está inserida no domínio do Planalto da Borborema (Figura 10). O qual apresenta ondulação e aspecto montanhoso (em forma de cristas, maciços e escarpas de falhas) com predominância de solos rasos de nível de base composto por rochas cristalinas que caracterizam o domínio hidrogeológicas do tipo fissural, com baixas reservas hídricas no sobsolo (CPRM, 2001) [35].

Figura 14 – Mapa de Geomorfologia do Estado de Pernambuco.



Fonte: Adaptado Embrapa (2001) [41].

O Planalto da Borborema obedece a um agregado de terras de grandes elevações consecutivas distribuídas no Nordeste oriental do Brasil, ao norte do rio São Francisco, com cotas superiores a 200 metros, de modo geral o que se encontra no Nordeste é é uma área planalto rebaixado para relevos isolados e a exibição de altitudes mais elevadas que vão dos 500 aos 1.000 metros em média (CÔRREA, *et al*., 2011) [32]. Segundo este mesmo autor, trata-se de um elemento preponderante para a caracterização do clima no semiárido, essa formação geológica impede que a umidade e as precipitações vindas do Oceano Atlântico avancem para o interior do Nordeste, que ao se elevar, resfriam e provocam chuvas orográficas.

Conforme caracterização geomorfológica de Santos (2016) [90] o Planalto da Borborema apresenta as seguintes feições:

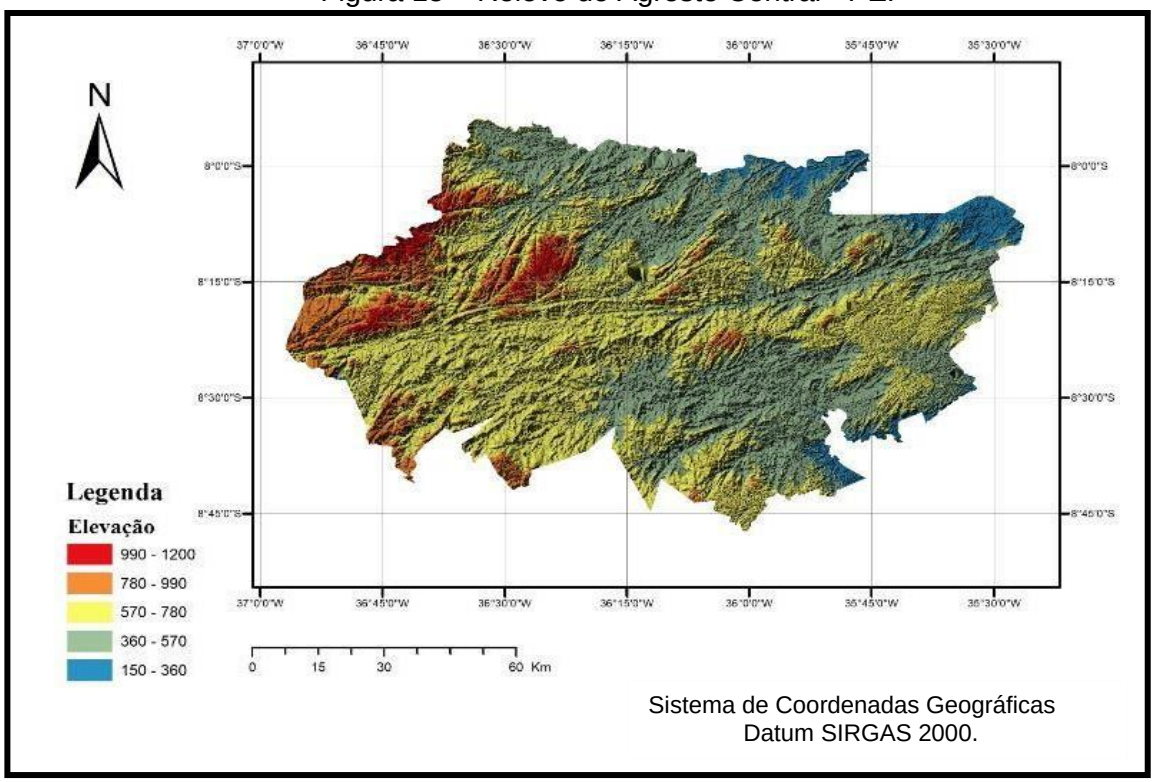
> A porção oriental e a porção ocidental do Planalto da Borborema são distintas entre si. O rebordo oriental apresenta relevo escarpado e possui um desnível de 300 metros em relação à baixada litorânea. Sobre a superfície leste do planalto aparecem cristas de L-O, separadas por vales. Para o interior, o planalto alcança altitude saindo mais elevadas com média de 800 metros em seu centro e, à medida

> que vai se aproximando do Sertão, a altitude tende a diminuir até atingir 600 metros ...

Para as áreas de Brejos de altitudes, podem atingir níveis de até 1.100 m de elevação, como ocorre na região de Poção, onde emerge o Rio Capibaribe (RODRIGUE *et al*, 2008) [85] (Figura 11). Outros exemplos também trabalhos pelo mesmo O autor, são: Serra do Bituri (900 a 1.000 m), Serra dos Ventos (800 a 900 m), Serra do Ororubá (900 a 1.000 m) e Serra dos Cavalos (600 a 700).

.

Figura 15 – Relevo do Agreste Central - PE.



Fonte: O autor, (2018). Base de dados PE3D (2018).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

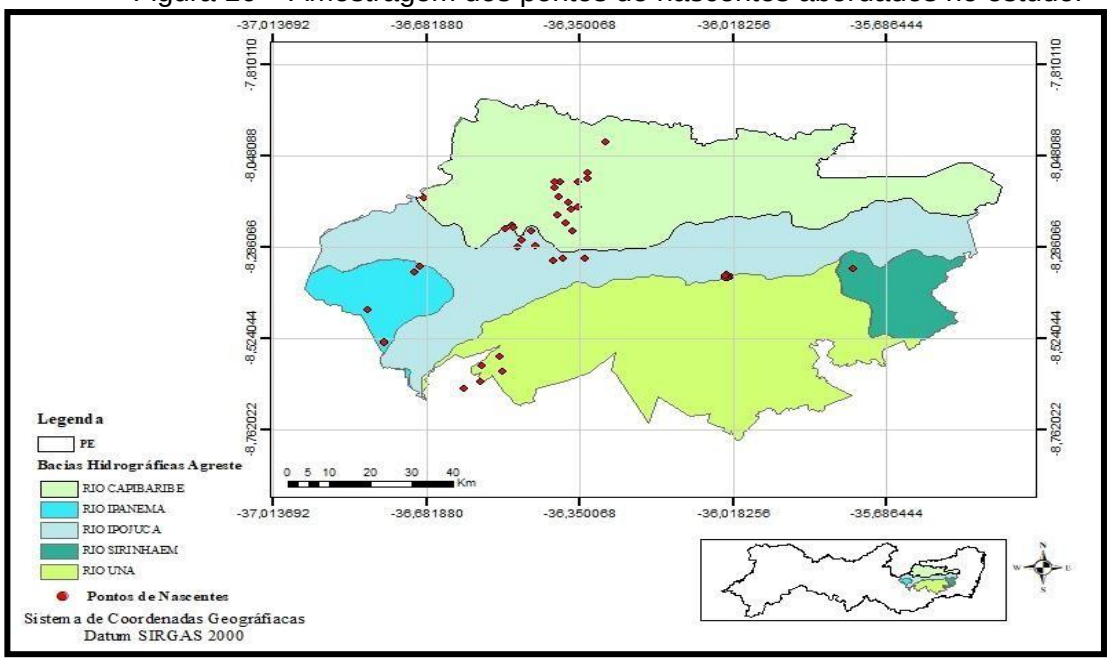
Neste tópico serão apresentados os resultados coletados a partir de dados de geoprocessamento e atividades de campo.

5.1. NASCENTES ESTUDADAS

O cadastramento das nascentes foi feito a princípio, a partir de dados de geoprocessamento em gabinete. Foram utilizadas as imagens do PE3D e feito a marcação dos pontos com software livre Qgis, como já mencionado na metodologia.

Dos pontos amostrados, foram escolhidas 16, entretanto ao realiza visita a campo, contato com a comunidade e órgãos ligados as prefeituras, como as secretarias, foram verificados alguns pontos relevantes que foram adicionados ao trabalho, totalizando 40 nascentes (figura 15). Esses pontos referem-se a locais em que as nascentes eram utilizadas para manutenção das comunidades ou famílias ali residentes, dentre outros fins, a agricultura familiar. Outro fato relevante neste contexto são as nascentes da Serra dos Cavalos, em Caruaru, a princípio foram apontadas duas nascentes, mas na expedição a campo, foi relatada a presença de mais 3 nascentes, importantes para área.

Figura 16 – Amostragem dos pontos de nascentes abordados no estudo.



Fonte: O autor, (2018).

Identificados os pontos, as atividades de campo foram previamente agendadas. O contato se deu a partir das secretarias dos municípios e o acompanhamento de funcionário a campo. As propriedades visitadas foram com o consentimento do responsável, o qual era informado a natureza do trabalho e os objetivos. Dava-se seguimento com o registro fotográfico, analise do local com aplicação da metodologia e preenchimento de uma planilha padronizada (APÊNDICE A), além de marcação dos pontos no GPS e classificação entre perene e intermitente (Tabela 10).

Tabela 12 – Identificação dos pontos de nascentes.

Ponto	longitude	latitude	Elevação	BH	Município	Classificação
P1	36º28”13,51’	8°13”34,99’	1011	Ipojuca	BJ	Intermitente
P2	36º 29”49,45’	8°13”48,702’	1020	Ipojuca	BJ	Intermitente
P3	36º 31”12,51’	8°14”6,997’	929	Ipojuca	BJ	Perene
P4	36º21”13,153’	8°14”36, 99’	961	Ipojuca	BJ	Intermitente
P5	36º 24”2,239’	8°12”34,621	985	Ipojuca	BJ	Intermitente
P6	36º 22”48,511’	8°13”22,99’	978	Ipojuca	BJ	Intermitente
P7	36º 27”0,401’	8°16”34,99’	639	Ipojuca	BJ	Perene
P8	36º 24”19,51’	8°16”8,901’	625	Capibaribe	BJ	Perene
P9	36º 23”7,414’	8°18”34,99’	610	Capibaribe	BJ	Perene
P10	36º 24”30,51’	8°19”16,99’	625	Ipojuca	BJ	Intermitente
P11	36º 20”22,51’	8°19”0,509’	836	Ipojuca	BJ	Perene
P12	36º 17”36,291’	8°1”0,243’	1032	Capibaribe	BMD	Perene
P13	36º 21”12,943’	8°10”44,99’	754	Capibaribe	BMD	Perene
P14	36º 24”20,51’	8°6”55,99’	583	Capibaribe	BMD	Perene
P15	36º 24”11,841’	8°7”47,99’	559	Capibaribe	BMD	Perene
P16	36º 23”49,071’	8°9”25,99’	581	Capibaribe	BMD	Perene
P17	36º 22”31,51’	8°10”15,99’	787	Capibaribe	BMD	Perene
P18	36º 22”12,51’	8°11”13,149’	1029	Capibaribe	BMD	Perene
P19	36°21’ 13,493”	8°6’56,946”	989	Capibaribe	BMD	Perene
P20	36°19’ 11,093”	8°4’36,946”	476	Capibaribe	BMD	Intermitente
P21	36°17’ 23,093”	8°5’34,946”	838	Capibaribe	BMD	Intermitente
P22	36º 19”14,51’	8°4”33,149’	657	Capibaribe	BMD	Perene

Identificação dos pontos de nascentes. (Continuação).

P23	36º14”58,51’	8°1”15,111’	576	Capibaribe	BMD	Perene

P24	35º 45”43,51’	8°17”58,249’	720	Sirinhaém	CSF	Perene
P25	36º33”58,144’	8°38”18,509’	771	Una	SBU	Intermitente
P26	36º 30”58,144’	8°36”38,109’	698	Una	SBU	Intermitente
P27	36º 33”42,144’	8°35”48,509’	714	Una	SBU	Intermitente
P28	36º 36”4,144’	8°38”18,509’	704	Una	SBU	Intermitente
P29	36º 31”23,144’	8°34”22,509’	695	Una	SBU	Intermitente
P30	36º 41”8,51’	8°8”31,249’	1001	Capibaribe	POÇÃO	Perene
P31	36º 41”49,51’	8°20”15,549’	934	Ipanema	PESQ	Intermitente
P32	36°43’ 30,893”	8°19’29,946”	812	Ipanema	PESQ	Intermitente
P33	36°46’ 18,893”	8°30’42,246”	619	Ipanema	ALG	Intermitente
P34	36°45’ 21,893”	8°35’34,646”	850	Ipanema	ALG	Intermitente
P35	36°1’ 38,093”	8°21’36,946”	869	Ipojuca	CAR	Perene
P36	36°1’ 53,093”	8°21’24,946”	887	Ipojuca	CAR	Perene
P37	36°1’ 54,755”	8°21’42,367”	854	Ipojuca	CAR	Perene
P38	36°2’ 17,593”	8°21’22,81”	818	Ipojuca	CAR	Perene
P39	36°1’ 13,173”	8°21’47,646”	840	Ipojuca	CAR	Perene
P40	36°1’ 33,483”	8°21’24,246”	840	Ipojuca	CAR	Perene

Este estudo contempla nascentes das Bacias Hidrográficas do Capibaribe, Ipojuca Ipanema e Sirinhaém, As nascentes que foram avaliadas não tiveram sua distribuição homogênea por bacia, na verdade o trabalho não teve este cunho, tratou-se de identificar nascentes que apresentavam importância para o município, região ou comunidade e aplicar o a classificação qualitativa, utilizando o **Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN)** assim como catalogar estas nascentes a partir de dados geográficos. Isto posto, os pontos foram distribuídos da seguinte forma: Capibaribe (15); Ipojuca (15); Ipanema (4); Una (5) e Sirinhaém (1).

Para aplicação do **IIAN** foram utilizados 17 parâmetros para as nascentes perenes ou intermitentes com presença de água e 12 para as intermitentes. A escolha desses parâmetros foi com base em trabalhos já publicados na área conforme explicitado na metodologia. Então foram montados 4 cenários: Cenário I nascentes perenes sem peso; Cenário II nascentes intermitentes sem peso; Cenário III

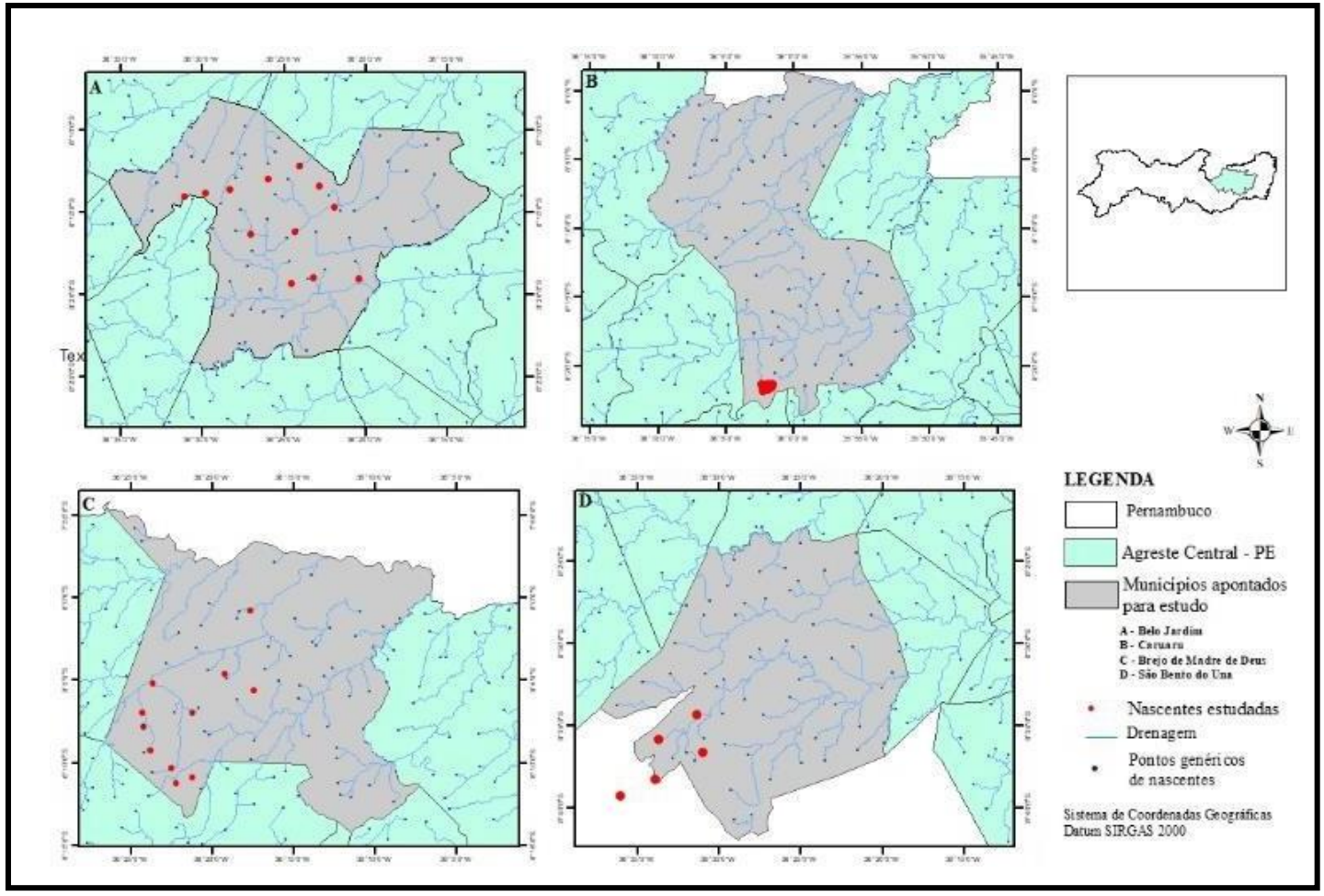
nascentes perenes e Cenário IV nascentes intermitentes, ambos com atribuição de peso para os valores de cada parâmetro.

Os valores encontrados com aplicação dos parâmetros levaram a resultados que indicavam o estado de conservação das nascentes. A classificação sofreu variação quando analisados com peso e sem peso. Apesar da região ter recorrência de nascentes intermitentes, neste trabalho das 40 nascentes 22 são perenes e as demais intermitentes.

Com a utilização de quatro cenários para avaliação de nascentes, ressalta-se que esta proposta foi adotada uma vez que as nascentes apresentavam dois regimes, perenes e intermitentes, assim não era possível adotar os mesmos parâmetros para ambas. No caso da adoção dos pesos, a intenção não era comparar ambos, mas contemplar duas aplicações distintas já discutidas por outros autores e discutir os resultados.

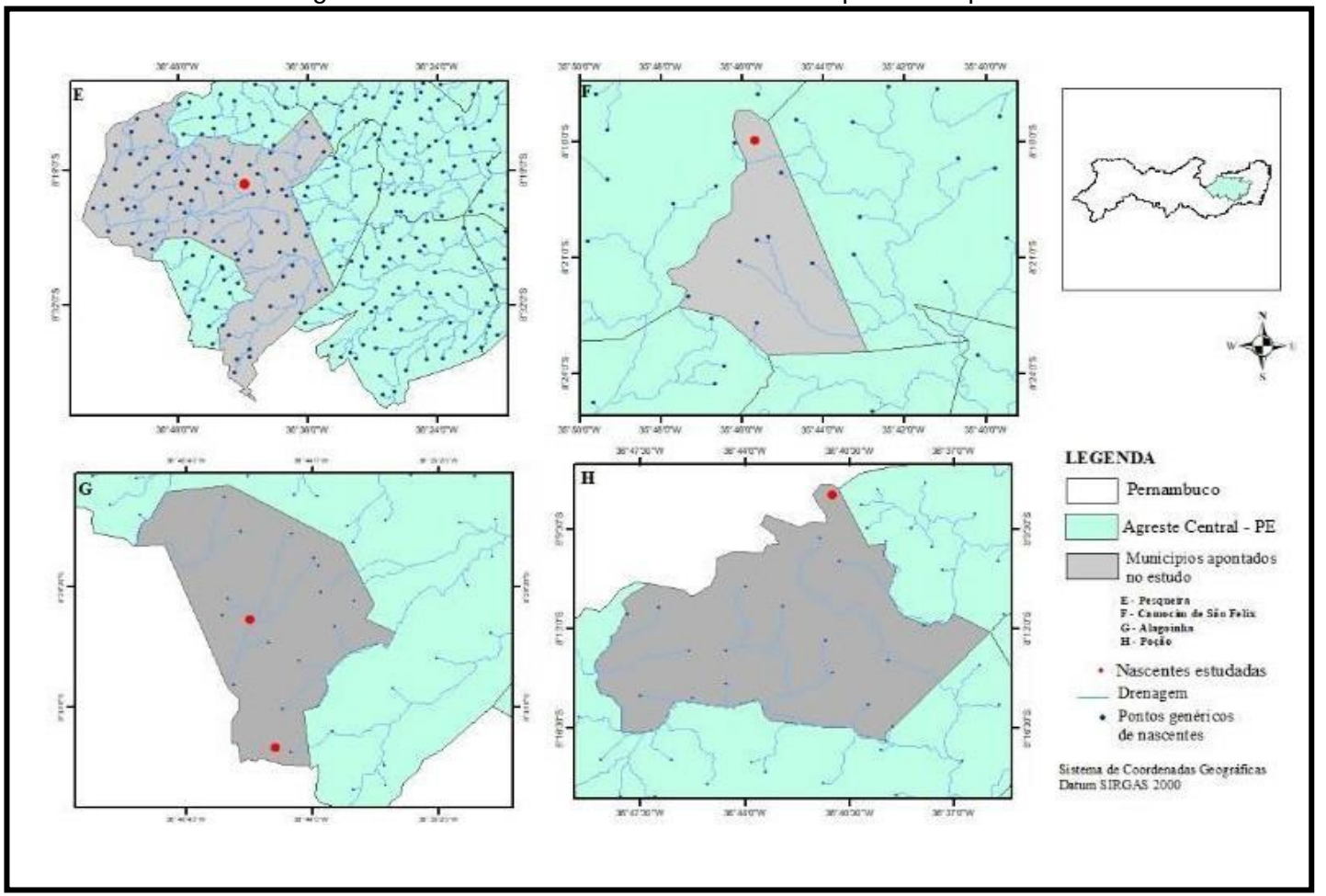
Para melhor exposição destes pontos após as atividades de campo forma montados os mapas por município, (figuras 16 e 17) com os pontos avaliados. A caracterização geral para tabulação dos dados encontra-se nos **Apêndices B**, com dados e imagens coletados em campo, e categorização numérica por parâmetro.

Figura 17 – Pontos de nascentes amostrados por munícipios.



Fonte: O autor, (2018).

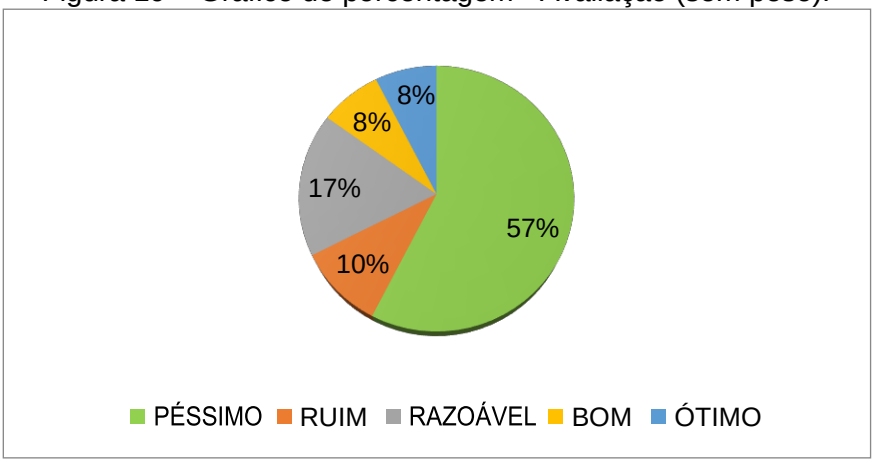
Figura 18 – Pontos de nascentes amostrados por munícipios.



Fonte: O autor, (2018).

Para o número geral de nascentes, com avaliação sem peso foi possível verificar que 57% obtiveram valor igual ou inferior a 23, o que significa um estado de conservação péssimos para as intermitentes e igual ou inferior 39 para as perenes (figura 18). De acordo com Gomes (2015) [49]; Bello (2014) [14] e Carmo (2014) [24] a legislação ambiental brasileira não define com clareza parâmetro para proteção de áreas prioritárias na gestão de recursos hídricos principalmente as nascentes, o que impossibilitam a aplicação de mecanismos de proteção, acentuando o uso indiscriminado desses ambientes, provocando danos ou perdas.

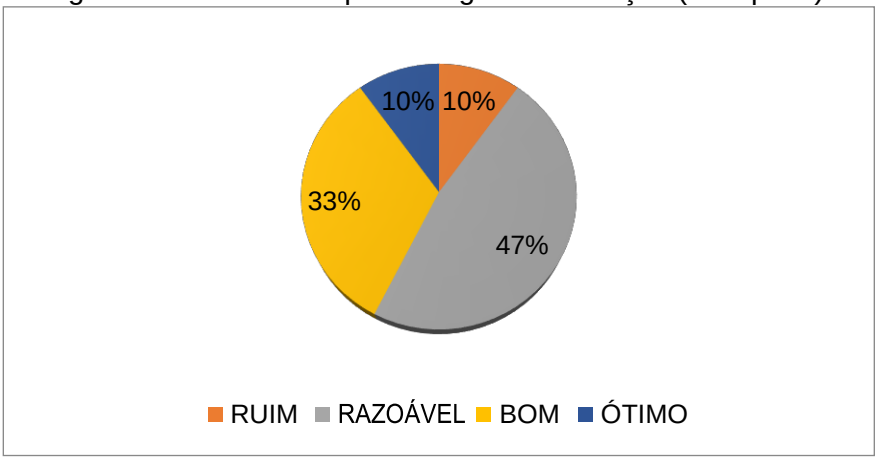
Figura 19 – Gráfico de porcentagem - Avaliação (sem peso).



Fonte: O autor, (2018).

Para os parâmetros com peso as nascentes apresentaram 47% classificadas como razoável (figura 19), não sendo verificado nenhum ponto com classificação péssima e apenas 10% com resultado ruim. Sendo assim este critério apresentou uma qualificação menos restritiva que a anterior. O que denota a possibilidade de aplicação de medidas para recuperação destas nascentes, uma vez que estas não estão em estágio de colapso total. Para Gomes (2015) [49]. o que implica em resultados negativos é a ausência de proteção destas áreas e o uso inadequado do solo para atendimento de demandas produtivas, ainda que de subsistência, pois eles favorecem a intensificação de outros parâmetros como lixo ao redor, materiais flutuantes, uso por animais e por humanos e a degradação da vegetação.

Figura 20 – Gráfico de porcentagem - Avaliação (com peso).

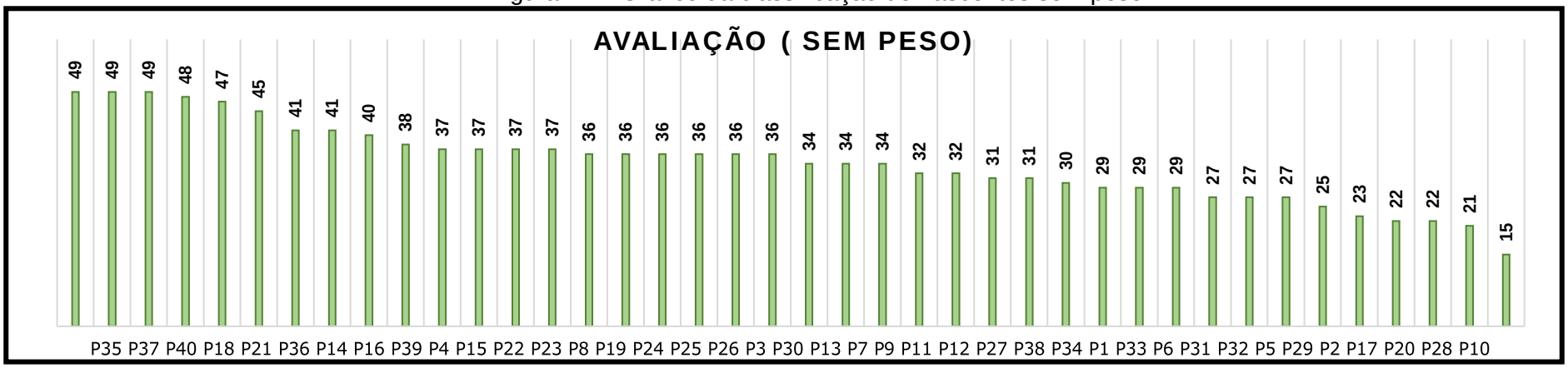


Fonte: O autor, (2018).

Para apuração das nascentes estudadas foi realizado uma organização crescente das mesmas quanto ao grau de conservação, uma espécie de ranking, dispostas na Figura 20 e 21 para parâmetros sem peso e com peso, respectivamente. As nascentes que apresentaram melhor classificação, pontuando nas cinco primeiras colocações no cálculo sem peso foram as nascentes **P35, P37, P40, P18 e P21,** todas com valores superiores a 40 que corresponde a classes ótima e boa. Na avaliação com peso os resultados foram bem próximos **P35, P40, P21, P21, P36**. Sendo esta última a que se encontra em ausente entres as cinco colocadas, na avaliação com anterior, agora aparece entre as primeiras.

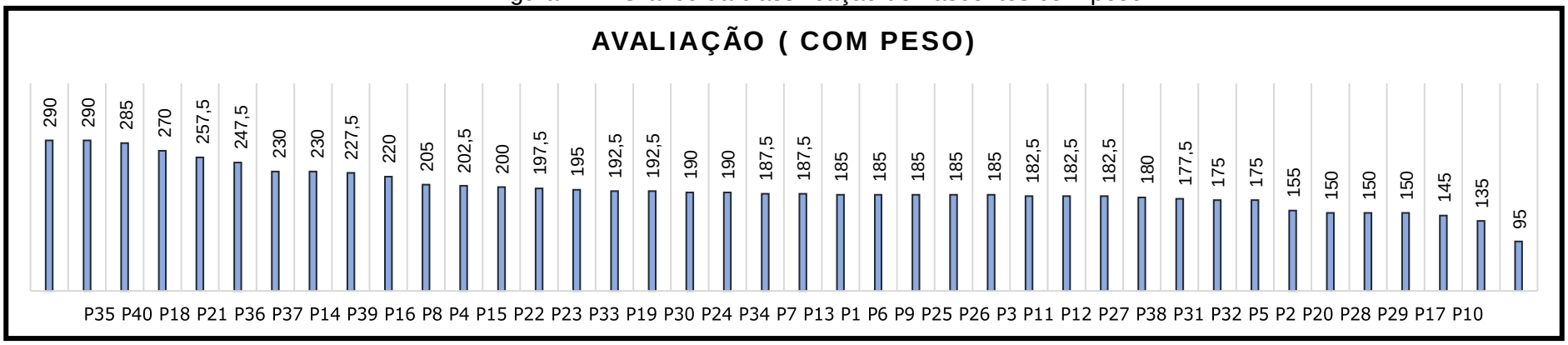
As nascentes P35, P36, P37 e P40 encontram-se dentro do Parque Serra dos Cavalos, uma área protegida diante da legislação, o que pode favorecer este resultado, todavia não é uma regra, dado que Felippe *et al*. (2009) [43], em estudos nas nascentes de Unidades de Conservação no município de Belo Horizonte (MG), verificaram que na avaliação da qualidade ambiental das nascentes nem sempre condiziam com o que é proposto para áreas protegidas, apresentando um baixo grau de qualidade, consequência dos impactos evidenciados.

Figura 21 – Gráfico da classificação de nascentes sem peso.



Fonte: O autor, (2018).

Figura 22 – Gráfico da classificação de nascentes com peso.



Fonte: O autor, (2018).

Paralelo a isto, as nascentes P18 e P21 não estão localizadas em áreas de reservas ou parque e sim em propriedades particulares e apresentam em bom estado de conservação. Em campo foi possível notar que não se trata de áreas com atividades de alto impacto como agricultura, pecuária ou área desmatada para outro fim. Há possibilidade de existir no proprietário rural uma consciência espontânea da importância de determinados bens ambientais, assim como programas que fortaleçam esse tipo de atitude, como projetos de prefeituras, escolas ou organizações não governamentais que fomentam a importância da conservação dos recursos naturais. É o que ocorreu em Brejo de Madre de Deus, com o programa Proteção das Nascentes do Rio Açudinho, despertando no produtor rural a importância de proteger as nascentes. O mesmo foi verificado no Parque Serra dos Cavalos, onde atividades de educação ambiental tratam desse tema. Machado e Selvo (2018) [56]; Braga (2011) [17] ressaltam a precisão de fazer um uso sustentável das nascentes já que são fundamentais para atender às demandas nos espaços rurais, consequentemente, contribuírem no desenvolvimento das atividades socioeconômicas e proteção ao patrimônio ambiental.

Outro ponto que foi verificado neste trabalho foram os principais aspectos que geram degradação nas APP de nascentes na região. As áreas produtivas, pastagem e a agricultura, devido a contaminação e compactação do solo, além da perda da vegetação nativa que compõe este ambiente são as que mais afetam estas áreas. Este estudo mostra que 90% das nascentes tiveram sua área de entorno modificada. Por uma dessas atividades citadas ou desmatamento para outros fins não identificados. Assim o comportamento avaliado contradiz a Lei nº 12.727/2012, define no seu art. 3º, II, como Área de Preservação Permanente (APP), “as área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações ” (BRASIL, 2012) [24]**.** Mesmo as nascentes intermitentes que foram “desprivilegiada” no novo código florestal, sabe-se que a degradação do seu entorno se tornar oneroso a manutenção das águas para essas áreas. Do Carmo (2014, p. 282) [24], afirma que:

> Na prática, as nascentes intermitentes são colocadas em segundo plano, não sendo prevista a proteção especial para esses sistemas, excetuando-se a já prevista para os cursos d'água que possuem uma dependência mais pronunciada das águas meteóricas, porém, após um intervalo de meses, semanas ou dias de estiagem, a exfiltração passa a ser relevante na contribuição da vazão afluente aos cursos d'água. Diante da fragilidade das nascentes, consideradas como sistemas ambientais sujeitos a diversas perturbações, a proteção da bacia hidrográfica contribuinte torna ainda mais complexa a definição das APP.

Por isso, tais áreas devem ser tratadas de forma distintas, sob pena de permanecer frente à degradação ambiental em detrimento de uma lei que não se aplica concretamente, pois diverge dos fatos e da realidade local. Para cada bioma, cada região o cenário hídrico apresenta características diferentes que necessitam de uma gestão e controle específicos, envolvendo um caráter intersetorial e com participação dos diversos atores inerentes a cada bacia, já preconizado na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9433/1997) [23].

Na tentativa de recuperação e proteção das nascentes é preciso investimentos de educação ambiental e infraestrutura para este fim. Logo Barichello (2016) [11] afirma em seus estudos que práticas de educação e conscientização sobre a importância da preservação ambiental, principalmente das matas ciliares e vegetação de entorno, é um dos primeiros passos na tentativa de proteger ou recuperar uma nascente. Na sequência é valido o incentivo de barreiras físicas para estes ambientes. Proteção com cercas é uma prática importante em termos de conservação, pois dificulta o acesso às nascentes (LEAL, 2017) [53].

Tendo conhecimento da nasceste e sua APP é preciso avaliar a melhor metodologia a ser empregada na sua conservação ou preservação, quando couber, o que implica nos aspectos climáticos, relevo, vegetação e necessidade de uso da nascente.

5.2. ESTUDO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Paralelo a aplicação do método de IIAN para avaliação das nascentes foi realizado o tratamento às imagens do PE3D para classificação supervisionada do solo que resultou na distinção de 5 categorias: água, vegetação, solo exposto, área produtiva e área construída. As classes aqui definidas foram fundamentadas nas características locais da área de estudo e também adaptadas de trabalhos já realizados no semiárido pernambucano e de outros estados (Dantas, 2018 [39]; Silva *et al.,* 2018 [94]; Barbosa Neto, 2017 [10]; Lima *et al.,* 2016 [55]; Fernandes *et al.,* 2015 [45]; Coelho, 2014 [28]). Por meio desses artigos foi possível obter procedimentos técnico-metodológicos de levantamento e mapeamento, de forma viabilizar a distribuição geográfica dos recursos da terra, da sua apropriação social e das transformações ambientais, assim como definição de classes. Outro instrumento utilizado neste trabalho foi o uso das imagens disponibilizadas pelo *Google Earth*, que, possibilitaram a discriminação de alguns pontos e auxilio na interpretação.

As classificações dos seis municípios encontram-se disponíveis nas tabelas 12 a 18 com os valores de área e percentagem das classes de uso da terra. Observou-se a predominância do uso do solo para a classe vegetação em todos os municípios analisados, a maioria ultrapassando 50%, exceto os municípios de Alagoinha e Poção. Na sequência foi percebido o uso do solo para área produtiva, pastagem e agricultura.

Tabela 13 – Distribuição das classes por Área e Porcentagem – Alagoinha – PE

Classe	**Área (km²)**	**Porcentagem (%)**
Água	4,96	2,77
Vegetação	63,67	35,54
Solo Exposto	50,12	27,98
Área produtiva	40,90	22,83
Área construída	2,08	1,16
Ausência de dados	17,42	9,72
Área Total do Município	179,15	100%

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 14 – Distribuição das classes por Área e Porcentagem - Belo Jardim – PE.

Classe	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Água	16,31	2,51
Vegetação	437,60	67,23
Solo Exposto	41,60	6,39
Área produtiva	112,90	17,35
Área construída	39,28	6,04
Ausência de dados	3,20	0,49
Área Total do Município	650,89	100%

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 15 – Distribuição das classes. Área e Porcentagem – B. M. Deus– PE.

Classe	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Água	11,30	1,45
Vegetação	456,12	58,53
Solo Exposto	189,87	24,37
Área produtiva	82,55	10,59
Área construída	22,36	2,87
Ausência de dados	11,30	1,45
Área Total do Município	456,12	58,53

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 16 – Distribuição das classes por Área e Porcentagem - Pesqueira– PE**.**

Classe	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Água	8,20	0,79
Vegetação	631,27	61,20
Solo Exposto	195, 97	19,00
Área produtiva	95,61	9,27
Área construída	55,3	5,36
Ausência de dados	45,25	4,38
Área Total do Município	1.031, 62	100

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 17 – Distribuição das classes por Área e Porcentagem – S. B. Una – PE.

Classe	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Água	2,20	0,31
Vegetação	270,12	37,89
Solo Exposto	96,53	13,54
Área produtiva	305,73	42,88
Área construída	24,09	3,28
Ausência de dados	14,25	2,00
Área Total do Município	712,92	100

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 18 – Distribuição das classes por Área e Porcentagem - Poção – PE.

Classe	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Água	6,85	3,24
Vegetação	113,25	53,60
Solo Exposto	29,81	14,11
Área produtiva	50,90	24,08
Área construída	10,51	4,97
Ausência de dados	0,00	0,00
Área Total do Município	211,3	100

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 19 – Distribuição das classes por Área e Porcentagem – C. São Félix– PE.

Classe	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Água	2,1	2,90
Vegetação	11,54	15,92
Solo Exposto	22,02	30,38
Área produtiva	30,51	42,10
Área construída	6,3	8,69
Ausência de dados	0	0
Área Total do Município	72,47	100

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 20 – Distribuição das classes por Área e Porcentagem – Caruaru – PE.

Classe	Área (km^2)	Porcentagem (%)
Água	5,51	0,6
Vegetação	195.32	21,26
Solo Exposto	127,78	13,88
Área produtiva	477,54	51,81
Área construída	108,86	11,82
Ausência de dados	5,61	0,61
Área Total do Município	920, 611	100

Fonte: O autor, (2018).

A vegetação típica no semiárido é caracterizada por savana estépica, caatinga (CUNHA *et al.,* 2015) [36]. Essa formação vegetal apresenta estrato arbustivo dominante e alguns indivíduos arbóreos, além de concentração de cactáceas (MMA, 2010) [62]. Apesar dos resultados expressivos de vegetação o que foi verificado em campo é que mais de 90% das áreas de entorno das nascentes apresentaram entre alto e baixo grau de degradação, restando apenas 10% com suas áreas conservadas. Áreas no entorno de nascentes não deveria sofrer alterações do solo, a menos que sob custodia de um planejamento robusto que buscasse a sua conservação, promovendo o enquadramento legal, para assim minimizar os impactos. De acordo com Barros (2016) [13]; Coelho, (2014) [28] e Sá *et al.,* (2010) [85] o semiárido sofre ações antrópicas principalmente para atender a agricultura e pecuária, colocando em risco os habitats que compõe essa região.

Nos dados elencados é possível perceber que o solo exposto aparece em segundo lugar nas cidades de Alagoinha, Brejo e Pesqueira, com 27,98%; 24,37 e 29%, respectivamente. Muito provável que a maior parte deste solo é para preparação no atendimento das atividades de agricultura e pecuária, base econômica da região, ou mesmo áreas que já sofreram saturação e desgaste de suas propriedades, se tornando improdutivas. Sá *et al.,* (2010) [85] e Soares (2012) [95] informa em seus trabalhos que o solo exposto, desprovido de vegetação, favorece os processos erosivos e como consequências, reduz a capacidade produtiva da área. Resultando

em impactos de alto grau para o meio, dizimando a fauna e flora e comprometendo os ambientes aquáticos, interferindo na qualidade socioambiental de uma região (SANTOS e HELEAL 2018) [89]. Essas áreas também são caracterizadas como terrenos, estradas sem pavimentação e solo erodidos.

A agricultura e pecuária é muito praticada na região, os municípios de Belo Jardim, Poção, São Bento do Uma e Camocim de São Felix, apresentaram valores significativos, não sendo desconsiderados os demais municípios, pois todos são relevantes neste quesito. Entretanto os primeiros obtiveram maiores resultados como aponta os dados nas tabelas anteriores. O PIB da agropecuária nos municípios variou entre 0,06 a 54,97%, sendo São Bento do Una o mais produtivo para o setor e o de menor expressão Brejo de Madre de Deus PERNAMBUCO (2016) [73], essas atividades impactam da dinâmica do solo, o que reflete nos dados apresentados. As atividades que caracteriza essas áreas são: a pecuária a bovina de corte e leiteira, caprinos, ovinos e. avicultura. A agricultura o destaque é na produção de frutas, verduras e hortaliças e nas áreas de brejo, onde clima é mais úmido e a vegetação mais densa, prevalece o cultivo de fruticulturas, hortaliças e café (PERNAMBUCO, 2018) [73], atividades que demandam alterações no solo e aporte hídrico, elementos esses limitantes para região.

Com todos estes entraves enfrentadas pelo Semiárido no que tange a produção é preciso implementar políticas que favoreçam o desenvolvimento na região, porém com caráter sustentável. Segundo Barros (2016) [13] permanece a necessidade da adoção de práticas agrícolas menos hostis ao meio, com o objetivo de aumentar a capacidade de adaptação dos povos e do sistema de produção às condições socioambientais do Semiárido brasileiro. E assim a utilização do espaço otimizando o desenvolvimento da região em consonância com os recursos naturais, aprendendo a conviver com as limitações, para evitar degradação do solo e desperdício de recursos como a água. Na pecuária esses danos também são comprovados, uma vez que animais de grande porte depredam a vegetação, compactam o solo e comprometem a qualidade das águas por conta dos dejetos (DAVIS & NICAL, 2016) [40]. Um estudo recente descobriu que 13 dos 37 maiores aquíferos do mundo, estão com seus

recursos danificados por conta do atendimento ao setor agropecuário, uma vez que a utilização é mais rápida do que seu poder de recarregados pela chuva ou escoamento superficial (Richey *et al.,* 2015) [83]. Assim são as nascentes e áreas úmidas, prejudicadas por atividades sem planejamento e tecnologia inerentes a cada situação, interferindo na dinâmica desses sistemas, podendo levar ao colapso.

Não o bastante as áreas construídas, principalmente espaços urbanos não são os maiores quantitativos de classificação do solo, porém o que se percebe é que o uso do território para este fim tem sido feito de maneira desordenada, o que traz questionamentos acerca do meio ambiente. Segundo Lima *et al.,* (2016) [55], o território do agreste de Pernambuco possui áreas dinâmicas de grande circulação do capital que influencia o sistema econômico, político e social dos municípios nele inseridos. As pessoas que almejam uma melhor condição de vida migram para estas regiões urbanas, o que desencadeia o uso desordenado do espaço, muitas vezes sem condições adequadas MONTE, (2014) [63] e BARBOSA NETO (2010) [10]. Dentre os aspectos que limita a qualidade dessas cidades é a escassez de água. De acordo com informações contidas no PHA – IPOJUCA (2010) [81] e PHA – CAPIBARIBE (2010) [81] são diversos os reservatórios que abastece a região, porém fatores como baixos índices pluviométricos, e altas taxas de evapotranspiração inviabilizam o abastecimento em períodos secos, ademais a perfuração de poços que poderia ser um adendo nesta questão, não é favorável. Segundo Sousa (2017) [97] a geologia regional é bastante variada, mas o predomínio de rochas cristalinas pouco permeáveis determina a baixa produtividade e a alta salinização dos aquíferos subterrâneos.

Por fim a classe intitulada água, foi a de menor apresentação, uma vez que as bacias hidrográficas contempladas neste estudo apresentam seus cursos de água com regime de escoamento intermitente o que pode ser confundido com áreas de solo exposto ou vegetação. Os Estados de Pernambuco para conviver com os períodos de estiagem adotam os Açodes como fontes importantes de abastecimento, Pedro Moura, Duas Serras, Eng. Severino Guerra Serra dos Cavalos, Taquara, Gercino Pontes, Jucazinho, Machado, Santana II, Ipaneminha e Gurjão são importantes

açudes para a região (PERNAMBUCO, 2018) [78] onde alguns foram sinalizadas nas imagens de uso e ocupação do solo.

A fim de provar a veracidade da classificação, foram realizados alguns procedimentos para geração de uma matriz de confusão e por consequência o Índice de Kappa. Os dados de referência, ou amostras de treinamento, foram correlacionados com os dados classificados, dando origem a matriz, a qual representou a qualidade da classificação, este método é defendido por PRINA & TRETIN, 2015 [81]. Já definido nos procedimentos e métodos.

A classificação do solo em alguns momentos resultou em conflitos de resultados entre vegetação com as demais classes. Destacando-se a classe água onde esta situação foi constante em todas as amostras, exceto no município de Alagoinha. Isso ocorre porque as áreas refletem o mesmo valor pixel, em termos numéricos. Esse tipo de técnica envolve os padrões espectrais do objeto da superfície terrestre por meio da análise de um valor digital por pixel (PRINA & TRENTIN, 2015) [81]. Assim, as matrizes de confusão geradas após a classificação das imagens (Tabela 11, 12, 13, 14, 15, 16.) Permitiu avaliação da acurácia da amostra e a comparação dos resultados, apresentando nos índices de Kappa valores entre 0,8 a 1, para todos os municípios. Considerado desempenho excelente por Fonseca (2000) [46].

Tabela 21– Matriz de confusão e índice de Kappa – Alagoinha – PE.

Classes	**Ag**	**Veg**	**SE**	**AP**	**AC**	**Total**	**Acc**	**IK**
Ag	10	0	0	0	0	10	1	
Veg	0	209	0	0	0	209	1	
SE	0	0	126	0	0	126	1	
AP	0	0	0	158	0	158	1	
AC	0	0	0	0	10	10	1	
Total	10	209	126	158	10	513	0	
IK								**0,93**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 22– Matriz de confusão e índice de Kappa - Belo Jardim - PE.

Classes	Ag	Veg	SE	AP	AC	Total	Acc	IK
Ag	83	5	0	0	0	88	0,96	
Veg	3	264	0	0	8	275	0,94	
SE	0	0	214	13	0	227	0,86	
AP	0	0	12	166	0	178	0,83	
AC	0	10	0	0	189	199	0,94	
Total	86	279	226	179	197	967		
IK								**0,93**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 23 – Matriz de confusão e Índice de Kappa - B. M. Deus- PE.

Classes	Ag	Veg.	SE	AP	AC	Total	Acc	IK
Ag	75	6	0	0	0	81	0,93	
Veg.	12	234	0	13	31	290	0,90	
SE	0	0	185	0	12	197	0,81	
AP	0	21	15	205	0	241	0,85	
AC	0	5	23	0	118	146	0,85	
Total	87	266	223	218	161	955		
IK								**0,81**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 24 – Matriz de confusão e índice de Kappa - Pesqueira – PE.

Classes	Ag	Veg.	SE	AP	AC	Total	Acc	IK
Ag	309	0	21	0	10	340	0,91	
Veg.	0	234	8	13	0	255	0,92	
SE	18	0	209	0	0	227	0,92	
AP	0	12	0	216	0	228	0,95	
AC	5	0	0	0	63	68	0,72	
Total	332	246	238	229	73	1118		
IK								**0,90**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 25 – Matriz de confusão e índice de Kappa - Poção - PE.

Classes	Ag	Veg.	SE	AP	AC	Total	Acc	IK
Ag	151	0	12	0	19	182	0,83	
Veg.	0	115	0	13	0	128	0,90	
SE	18	0	107	0	2	127	0,84	
AP	0	10	0	131	0	141	0,93	
AC	5	0	0	0	42	47	0,48	
Total	174	125	119	144	63	625		
IK								**0,84**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 26 – Matriz de confusão e Índice de Kappa - São B. do Una- PE.

Classes	Ag	Veg.	SE	AP	AC	Total	Acc	IK
Ag	225	0	17	0	9	251	0,90	
Veg.	0	177	0	10	0	187	0,95	
SE	10	0	121	0	2	133	0,91	
AP	0	7	0	111	0	118	0,94	
AC	5	0	1	0	43	49	0,49	
Total	240	184	139	121	54	738		
IK								**0,91**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 27 – Matriz de confusão e Índice de Kappa - Camocim S. Félix - PE.

Classes	Ag	Veg.	SE	AP	AC	Total	Acc	IK
Ag	121	0	10	0	11	132	0,83	
Veg.	0	99	0	13	0	112	0,90	
SE	0	0	85	0	2	87	0,84	
AP	10	10	0	100	0	120	0,93	
AC	5	0	0	0	41	46	0,48	
Total	136	99	95	113	54	497		
IK								**0,89**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

Tabela 28 – Matriz de confusão e Índice de Kappa – Caruaru - PE**.**

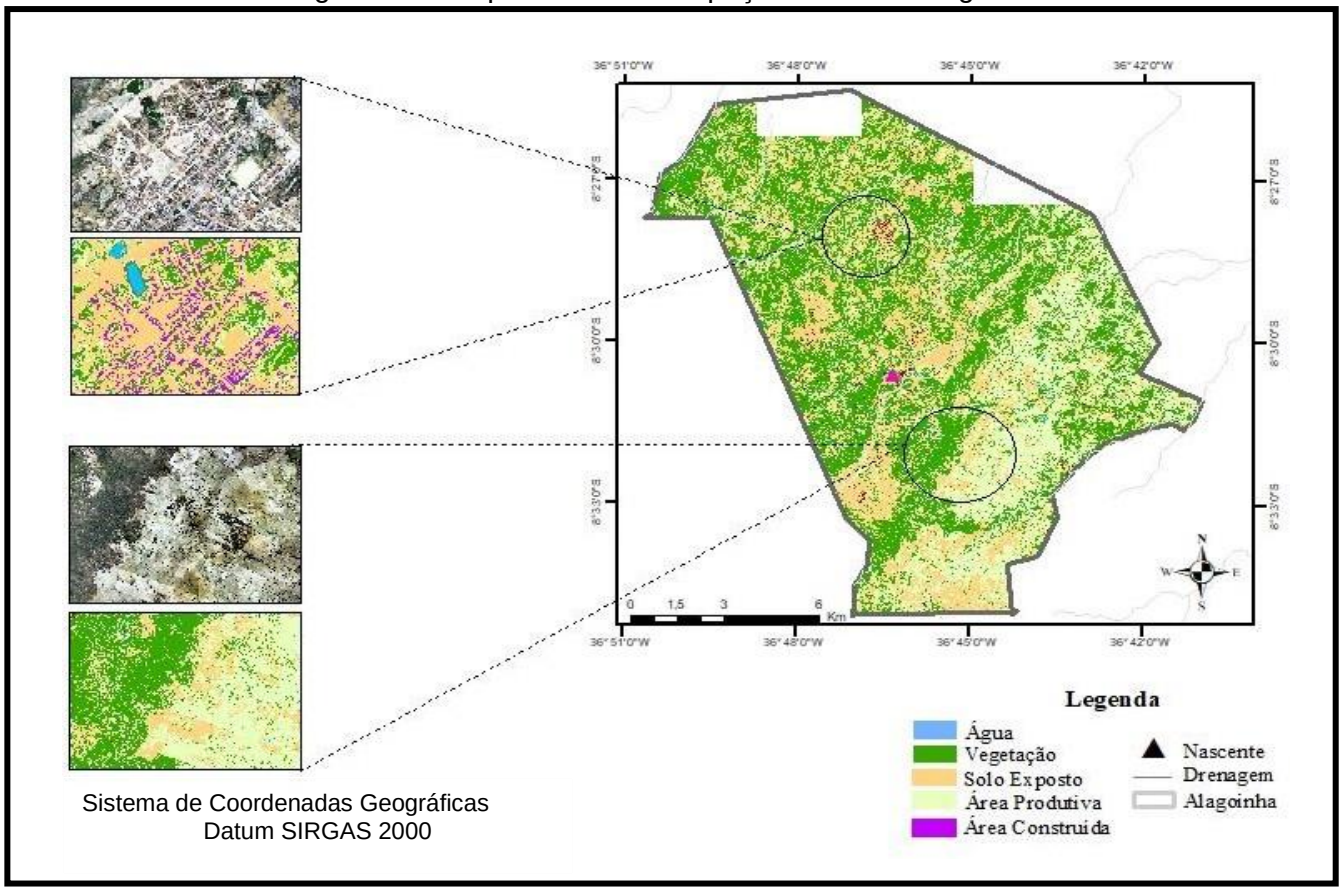
Classes	**Ag**	**Veg.**	**SE**	**AP**	**AC**	**Total**	**Acc**	**IK**
Ag	92	6	0	0	0	98	0,93	
Veg.	12	224	0	19	30	285	0,90	
SE	0	0	155	0	12	167	0,81	
AP	0	11	15	151	0	177	0,85	
AC	0	5	10	0	121	136	0,85	
Total	104	246	180	170	163	853		
IK								**0,87**

Veg.: Vegetação; SE: Solo Exposto; AC: Área Construída; AP: Área Produtiva; Acc: Acurácia; IK: Índice de Kappa.

Fonte: O autor, (2018).

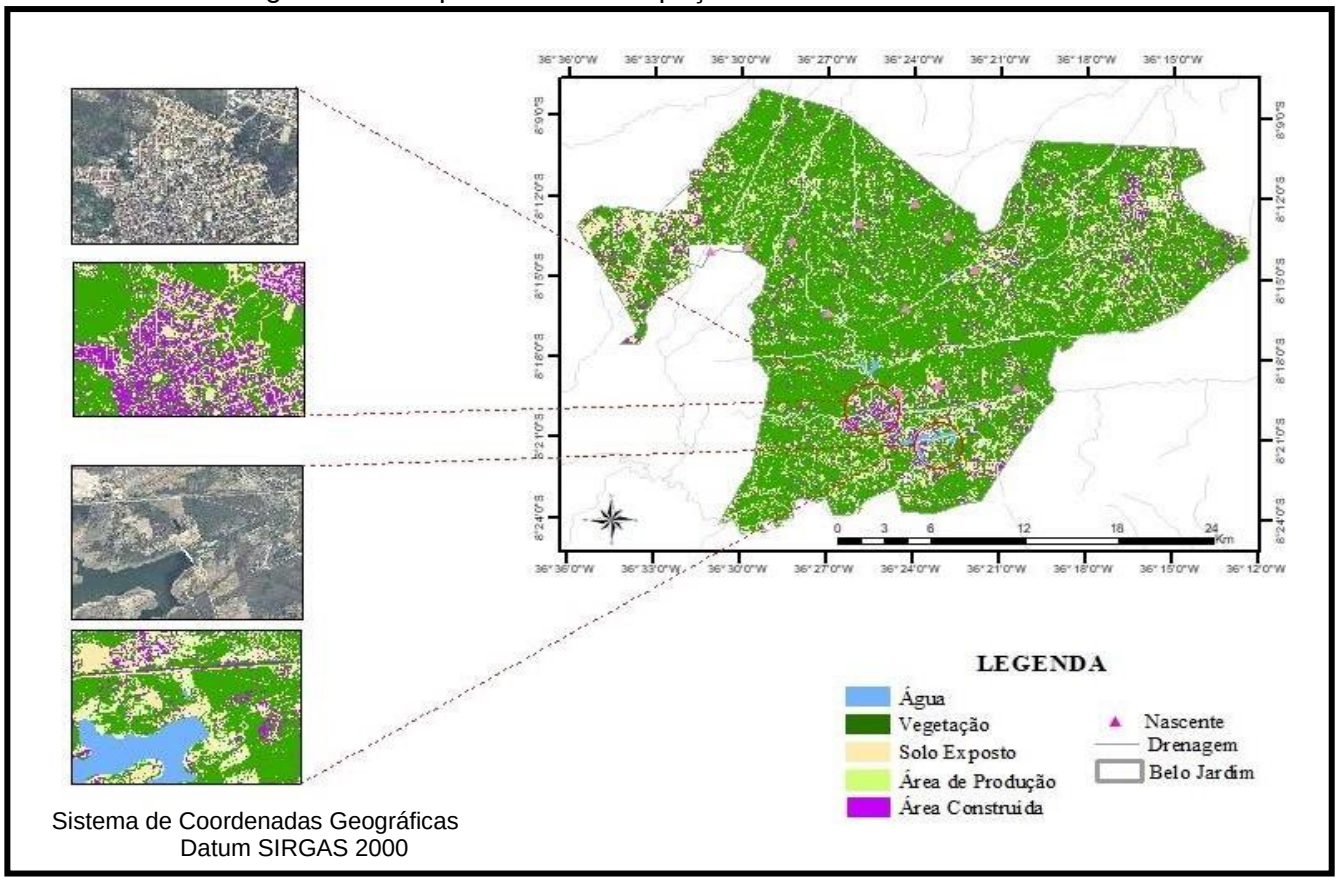
As amostras geográficas de uso e ocupação do solo, referentes aos municípios estudados no Agreste central Pernambucano podem ser visualizadas nas figuras de 23 a 30. As quais expõe a classificação gerada a partir das imagens do PE3D.

Figura 23 – Mapa de Uso e Ocupação do solo - Alagoinha.



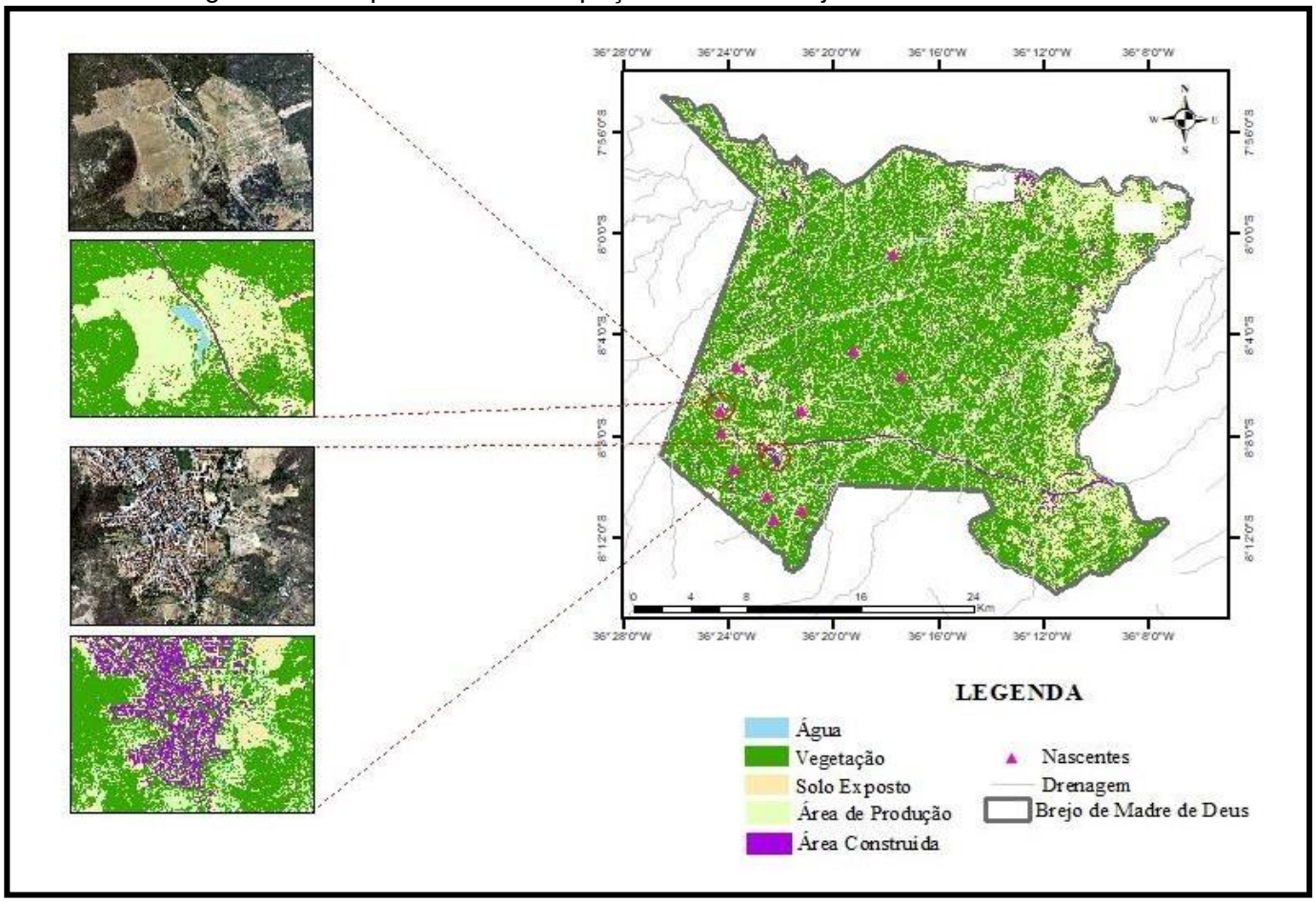
Fonte: O autor, (2018).

Figura 24 – Mapa de Uso e Ocupação do solo - Belo Jardim - PE.



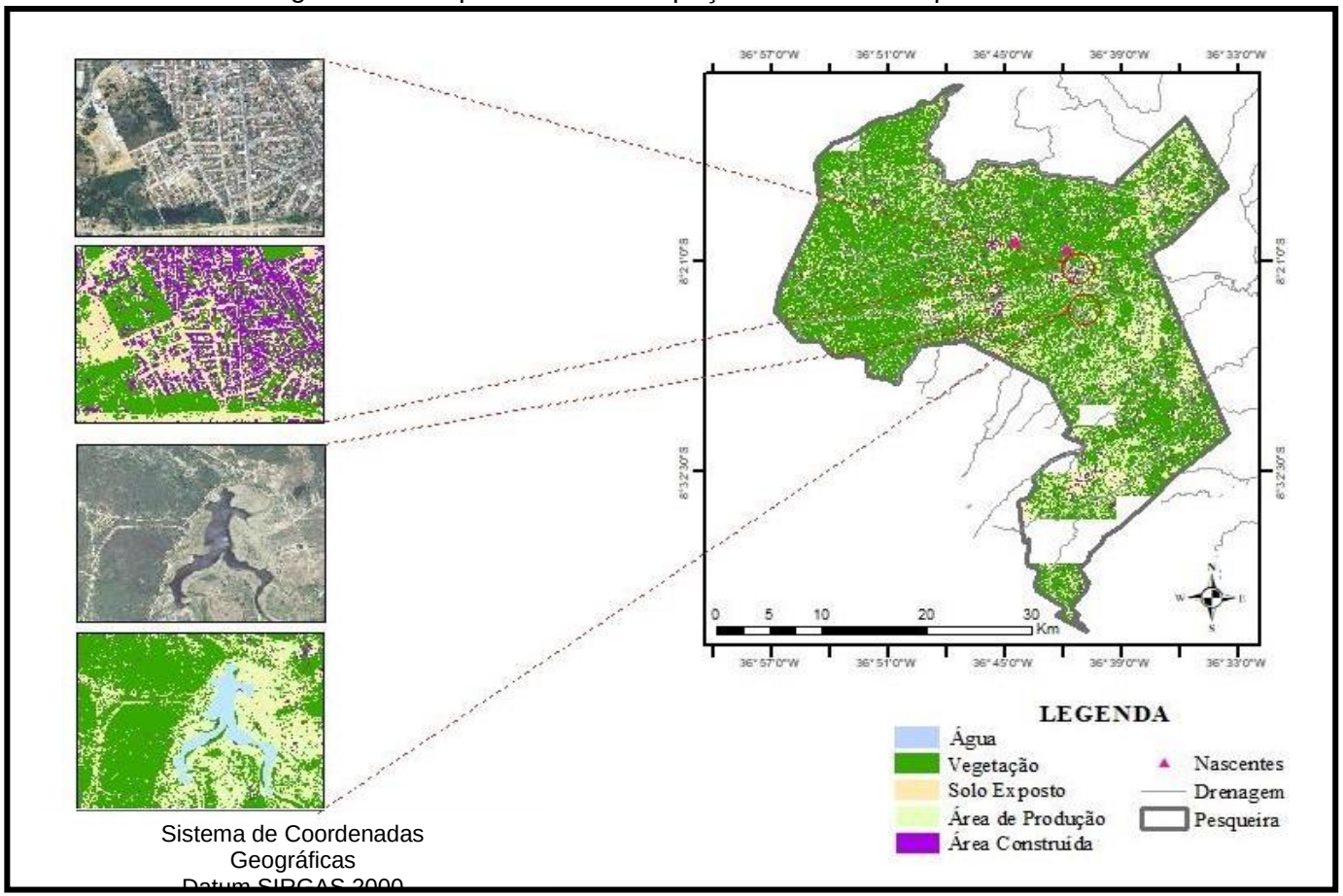
Fonte: O autor, (2018).

Figura 25 – Mapa de Uso e Ocupação do solo - Brejo de Madre de Deus - PE.



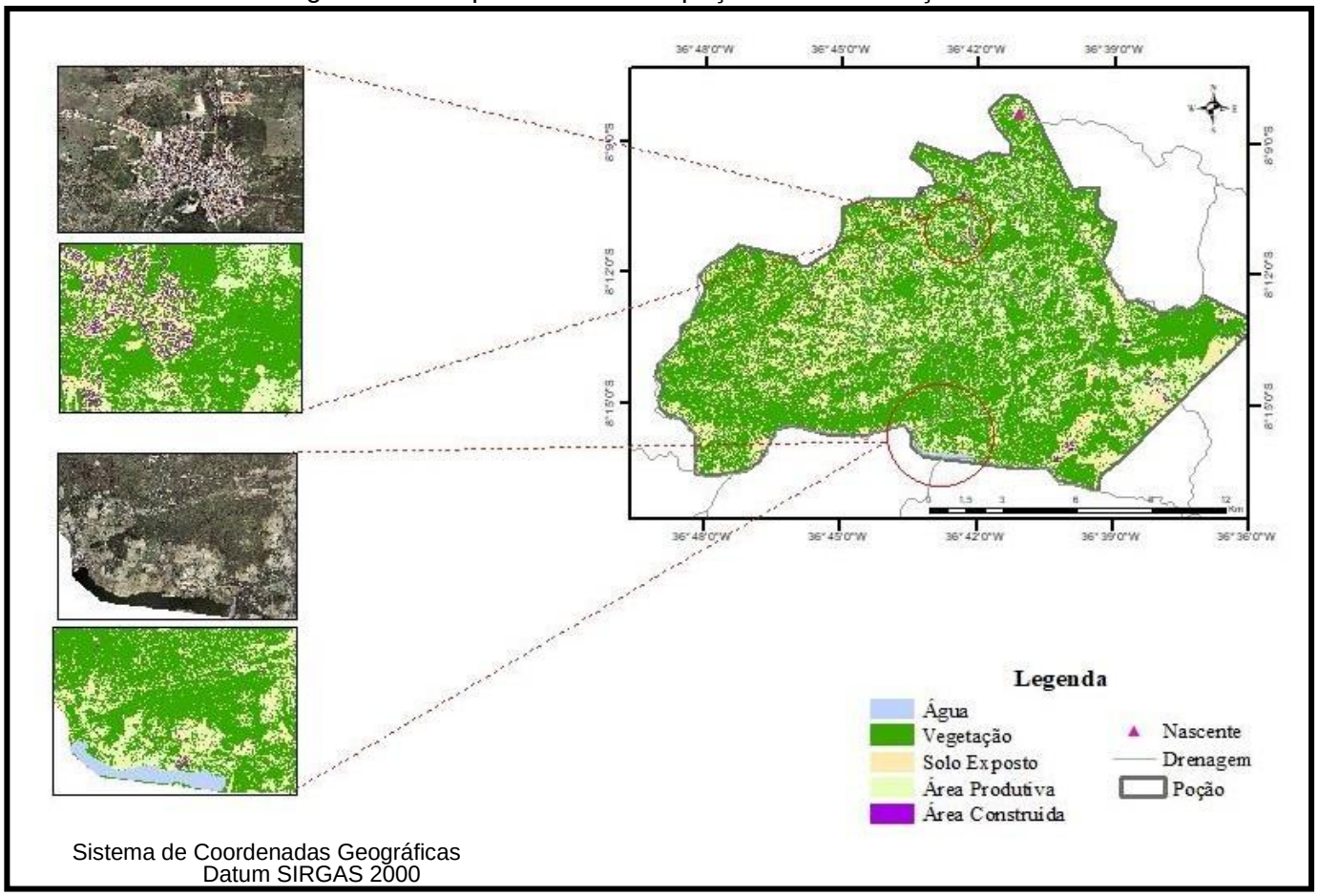
Fonte: O autor, (2018).

Figura 26 – Mapa de Uso e Ocupação do solo - Pesqueira - PE.



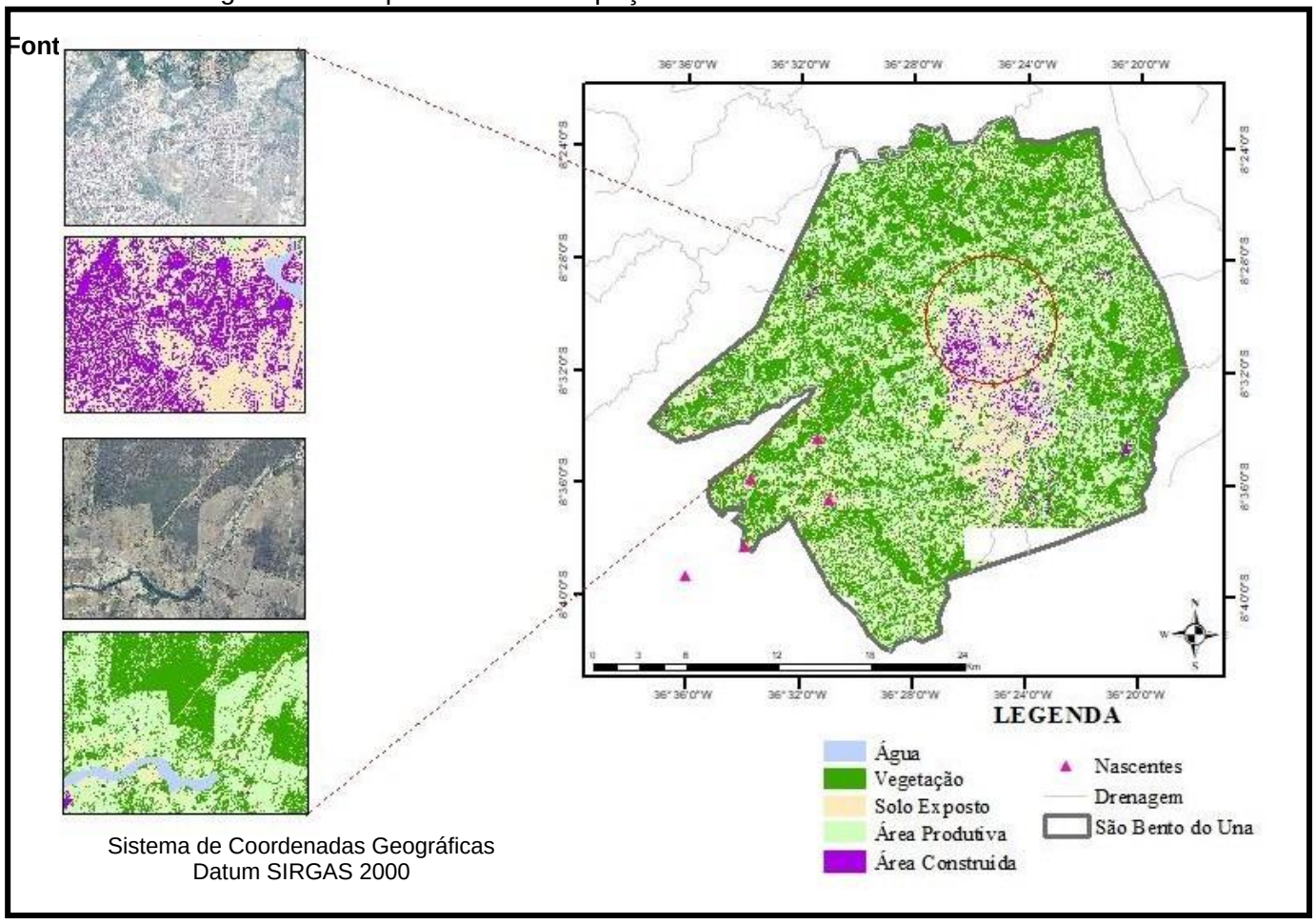
Fonte: O autor, (2018).

Figura 27 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo - Poção - PE.



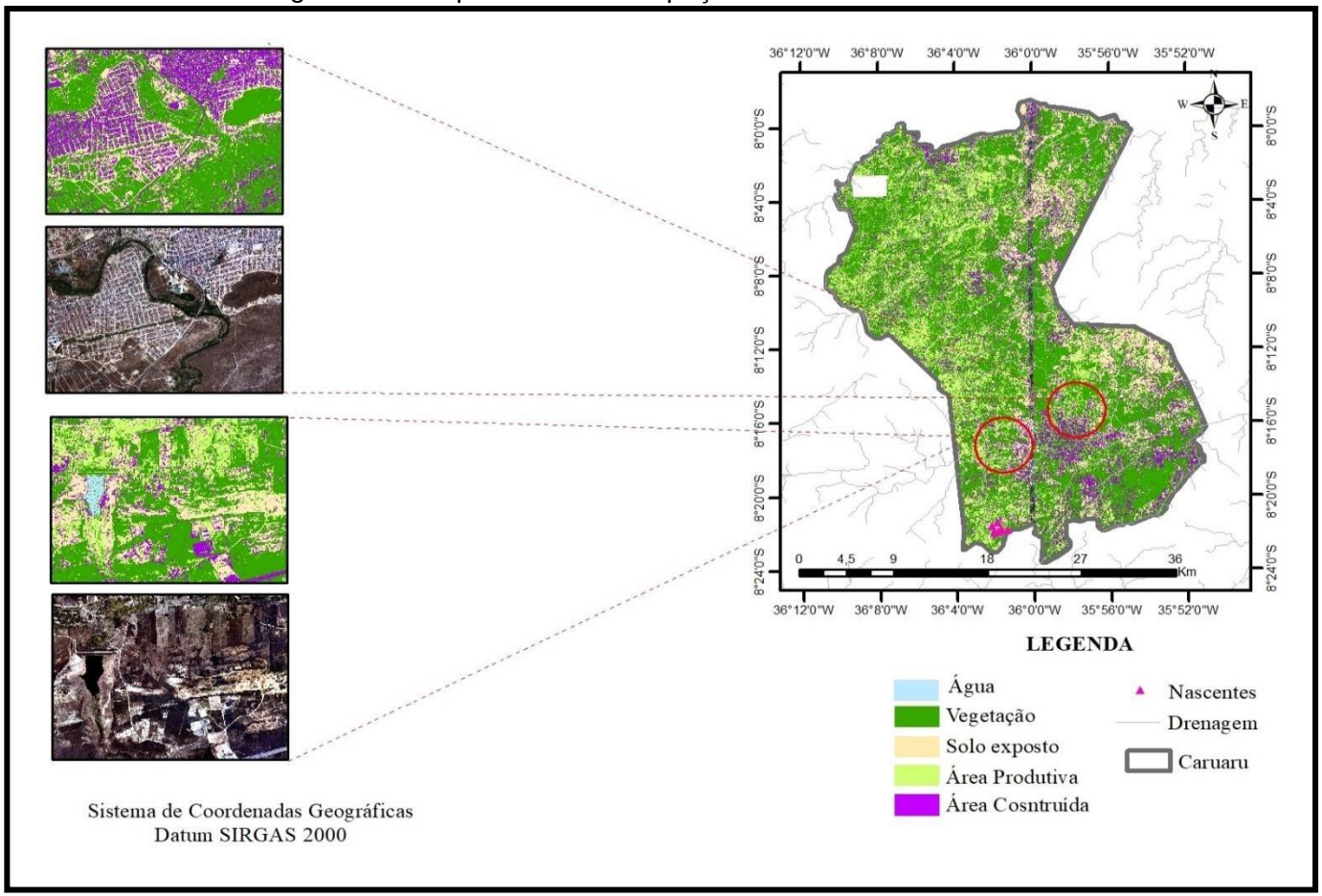
Fonte: O autor, (2018).

Figura 28 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo – São Bento de Uma – PE.



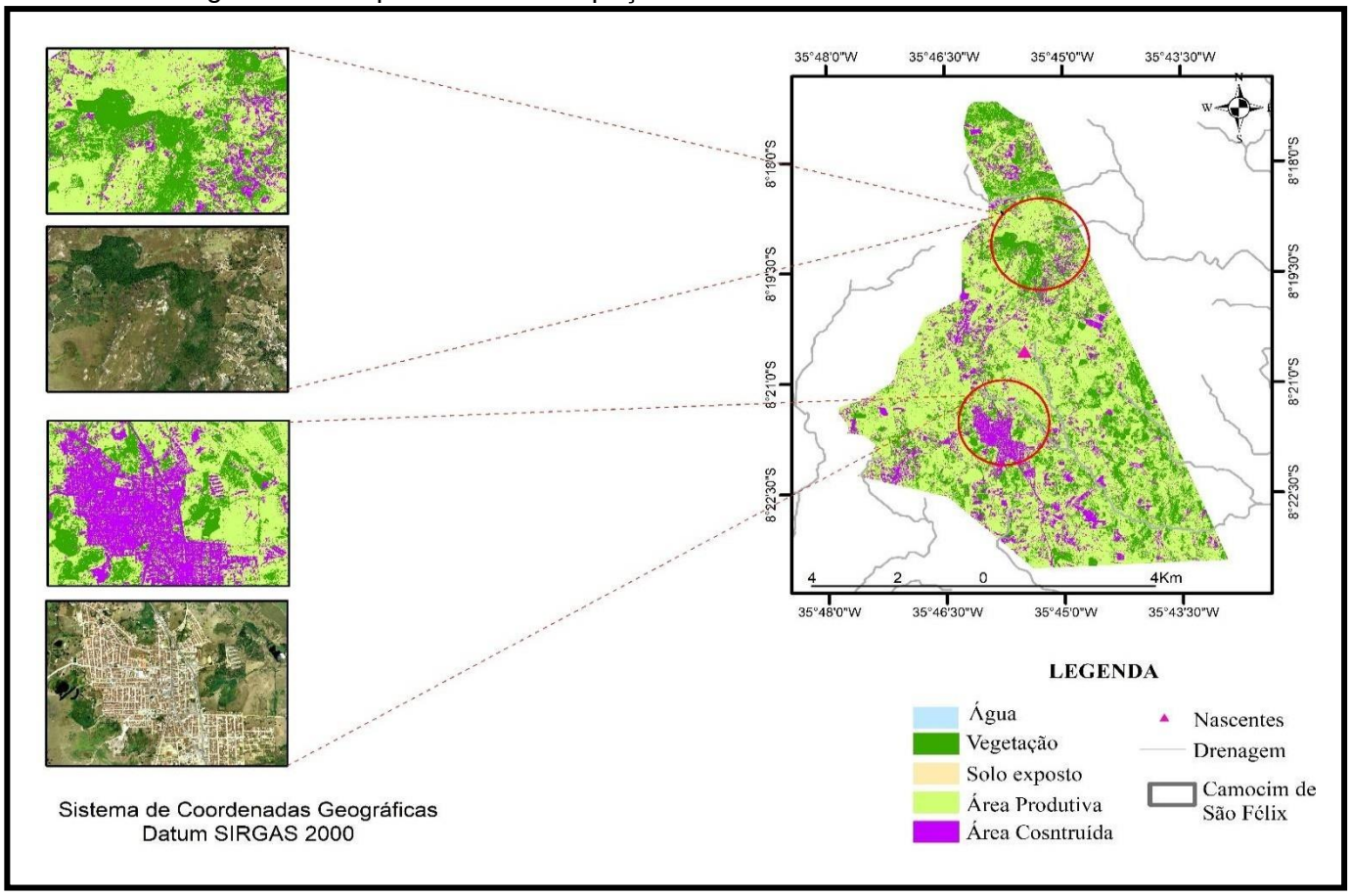
Fonte: O autor, (2018).

Figura 29 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Caruaru – PE.



Fonte: O autor, (2018).

Figura 30 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Camocim de são Felix – PE.



Fonte: O autor, (2018).

Como foi verificado em campo, grande parte das áreas de entorno das nascentes foram consideradas degradadas, sendo recorrente o uso da agricultura e pecuária. Para tato é possível na maioria dos casos a apresentação de projetos para recuperação dessas áreas, frente ao conhecimento técnico e financiamento para este tipo de ação.

Diante da importância destes espaços é possível propor algumas ações que modifiquem esses cenários. A exemplo, pode-se citar o PROGRAMA PRODUTO DE ÁGUA DA ANA, que poderia ser engatado por apoio das secretarias de meio ambiente das prefeituras para subsidiar a informação até o proprietário rural, promovendo um espaço de conscientização e parceria na busca de melhoria do quadro. Segundo dados da própria Agencia de Águas já foram muitos projetos bem-sucedidos em outras regiões do país. Porque não utilizar este insumo para áreas que tanto necessitam de investimento e projetos para lidar com a escassez de água?

Projetos em parceria entre escolas e empresas privadas poderiam somar ações na busca de recuperação das nascentes. O que promoveria nas crianças um conhecimento mais aprofundado e envolvimento das questões locais no que tange ao meio ambiente, adicionado a isso as empresas contribuiriam com os projetos e desempenhariam seu papel de responsabilidade socioambiental. Setores de avicultura e indústria têxtil poderiam ser esses parceiros, já que são de grande visibilidade para a região. Em 2013 as Fundações Banco do Brasil em parceria com escolas do estado de Minas Gerais desenvolveram um projeto, cujo o objetivo foi recuperar e preservar nascentes, a fim de garantir a disponibilidade de recursos hídricos para uso de forma sustentável dentro das comunidades, envolvendo-as durante o processo e assim, realizar educação ambiental nas crianças de ensino fundamental que participaram do feito, o resultado foram 1500 mudas plantadas (Fundação Banco do Brasil, 2013) [48]

Os comitês das bacias hidrográficas também têm seu papel nessa causa, e poderia ser um agente na proposição de recuperar nascentes no semiárido. Uma realidade já proposta pelo CBHSF trabalhou em parceria com o grupo Rena Ser para recuperar 50 nascentes no estado de Alagoas em áreas de semiárido, exemplo que

poderia ser adaptada pelos comitês locais, tratou-se de uma parceria entre o comitê, uma organização não governamental e o apoio da Petrobras. Onde foi proposto realizar o mapeamento e diagnóstico das localidades situadas no semiárido alagoano para a partir daí promover a recuperação de matas ciliares das nascentes e ações de sensibilização e capacitação das comunidades (CBHSF, 2013) [30].

Projetos como esses podem ser espelhados e firmados em uma atividade participativa envolvendo órgãos públicos, comitês, escolas, universidades, empresas privadas. Na busca por resultados que tragam benefícios para a sociedade e meio ambiente, promovendo um trabalho de educação ambiental, conscientização além de fortalecer atividades voltadas para convivência com o semiárido. Muitos projetos de recuperação e diagnóstico de nascentes são vistos em outras regiões do país, mas ainda são muito incipientes resultados apresentados para a região nordeste, principalmente em bioma de caatinga, onde muitas vezes a nascente não “é vista” por serem em grande número intermitentes, porém sem menos importância como já foi discutido anteriormente. E necessitam do mesmo cuidado imposto as perenes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa descrita neste trabalho procurou integrar geoprocessamento e informações de campo, no propósito de representar com maior precisão os estados de conservação das nascentes e o processamento de uso e ocupação do solo na região do Agreste Central Pernambucano. Com base nos resultados da aplicação do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), e classificação do uso do solo a partir de software foi possível considerar os seguintes pontos:

O uso de SIG constituiu-se em ferramenta ampla e complexa de análise, um sistema de informação que permite ser utilizado como instrumento de planejamento e gerenciamento ambiental e de recursos hídricos com várias possibilidades nos aspectos sócio-espacial de bacia hidrográfica, sejam sobrepostas e sintetizadas de forma integrada, atualizadas constantemente de maneira dinâmica, um sistema de múltiplas funções. Ademais, proporciona o nexo dos dados espaciais de uma dada área e um modelo para o gerenciamento dos recursos hídricos. E o PE3D se mostrou uma base de dados sofisticada que possui imagens de alta qualidade que foram substanciais na identificação previa das nascentes, a partir da drenagem, o que favoreceu positivamente no planejamento e na gestão dos recursos hídricos , já que as nascentes como já evidenciado, apresentam funções determinantes para a manutenção dos recursos hídricos no planeta.

O geoprocessamento foi uma ferramenta valorosa no decorrer deste trabalho, uma alternativa viável que permitiu agilizar os processos e compor o trabalho com informações relevantes de mapeamento e monitoramento de recursos naturais.

A identificação e cadastramento de 40 nascentes no Agreste Pernambucano permitiu ter uma visão primária do estado destas nascentes e como o uso do solo pode interferir na sua dinâmica e conservação.

A utilização do PE3D diante de sua precisão e qualidade ofereceu informações prévias das nascentes a partir da extração da drenagem, isso favoreceu o trabalho

Com base nos parâmetros definidos na pesquisa, constatou-se que a maioria das nascentes estudadas estão em situação de degradação ambiental, sendo apenas

10% com coeficiente ótimo quando a avaliação foi subsidiada por peso e 8 % sem peso, mas para os dois cenários a maioria das nascentes encontra-se em estado péssimo ou razoável. Essa situação desperta a necessidade de adoção de medidas para conter a degradação e proteger esses mananciais, que são imprescindíveis para manutenção dos recursos hídricos na região.

Uso do solo para pecuária e agricultura foram os principais aspectos que influenciaram negativamente no estado de conservação das nascentes. Faz-se importante o desenvolvimento de ações de educação ambiental, estimulando a reflexão pela população usuária sobre os impactos negativos observados, informando a importância de se conservar e as consequências que podem sofrer caso os mananciais sejam degradados, ações que já vem sendo implantadas, ainda que embrionárias em alguns municípios em parcerias com sociedade e secretarias de meio ambiente e agricultura dos municípios, são boas práticas que podem surtir bons resultados.

Para as nascentes avaliadas como ruins ou péssimas é preciso elaborar projetos que visem não apenas recuperar a área afetada, mas promover atividades sociais e implantar nos proprietários o sentimento de responsabilidade para com os recursos naturais. Acredita-se que, caso medidas de recuperação sejam implantadas, tais ações poderão se refletir em melhorias na qualidade e quantidade de água produzida, visando a qualidade de vida das pessoas que necessitam dessa água para sobreviver.

Nas áreas estudadas de uso e ocupação do solo a partir da utilização da metodologia de classificação de imagens foi possível corroborar com o que foi visto *in loco* que as áreas de APP pertencentes aos pontos estudados em mais de 90% tinham sua vegetação substituída por áreas produtivas ou solos expostos.

Com o diagnóstico oferecido por este estudo é possível propor uma melhor gestão de uso e ocupação do solo em áreas do semiárido, principalmente no que tange APP a fim de melhorar a utilização dos recursos naturais e evitar colapso de sistemas como as nascentes que são fundamentais na manutenção dos recursos hídricos.

Na região de estudo foi observado que os projetos envolvendo recuperação de nascentes ou uso sustentáveis das mesmas ainda são incipientes, assim se faz necessária a busca por parcerias para criação de projetos de proteção e recuperação de nascentes e matas ciliares, específicos para a região e/ou a criação/ampliação do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais na tentativa de incentivar os produtores a cuidarem dessas áreas tão relevantes.

Trabalhos envolvendo estudos de nascentes são desafios, principalmente em região de semiárido, visto que se trata de um objeto que ainda não apresenta metodologias precisas para estudos, sendo necessárias adaptações, o que requer aprimoramento neste sentido.

Os parâmetros utilizados para classificação do estado de conservação das nascentes necessitam de aperfeiçoamento com relação à atribuição dos pesos, uma vez que existem parâmetros que são mais significativos, quando realizado um estudo de qualificação, pois as consequências desses impactos refletem de maneira mais ou menos oneroso ao meio que o outro.

O presente trabalho deve ser considerado uma abordagem inicial para estabelecimento de políticas ambientais na região. É necessário que se proceda a expansão de trabalhos com esse viés em todo o estado, aproveitando a base de dados do PE3D, alimentando informações sobre o uso e ocupação do solo, uma vez que isso traz muitas respostas para as questões ambientais e fortalece as propostas de investidura em gestão integrada dos recursos, dado que o uso do solo interfere diretamente na qualidade das nascentes e sua área de entorno.

Como sugestão para estudos futuros também se registra o aprimoramento da metodologia de Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) para classificação do Brejos de Altitudes, que são de sobremaneira um patrimônio ambiental que precisa ser conservado, mas ainda não se dispõe de método de avaliação nem políticas públicas para tratar esses ecossistemas.

Por fim, acredita-se que a realização de estudos sobre as nascentes e sua área de entorno são de grande valia para conhecimento do tema, e também no que reflete a gestão dos recursos hídricos. Particularmente no semiárido brasileiro, onde existem

manchas significativas de desertificação, estudos e ações precisam ser feitos para desses processos degradantes. Espera-se que os estudos sobre nascentes avancem cada vez mais, possibilitando a compreensão dessas unidades ambientais tão importantes para manutenção dos recursos hídricos no Planeta.

REFERÊNCIAS

[1] AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** 5. ed. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 159 p. 2008.

[2] ACCIOLY, L. J. de O.; SILVA, E. A. da; CAVALCANTI JUNIOR, E. de A.; ALVES, E. da S.; PEREIRA, A. G. de S.; SILVA, R. S. da; RAMOS, R. R. D.; **Mapeamento do uso e cobertura das terras do Semiárido pernambucano (escala 1:100.000).** Dados eletrônicos. – Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2016. 100 p.: il. color. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 260). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes//publicacao/1079144/mapeamento-do-uso-e-cobertura-das-terras-do-semiarido-pernambucano-escala-1100000>. Acesso em: 17 março 2017.

[3] AGUIAR NETO, A. O., MAGALHAES, L. T. S., VASCO, A. N. e GOMES, J.B.V. Indicadores ambientais do solo nas áreas de nascente da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Sergipe. **Ambiência Guarapuava** – PR. v.11 n.2 p. 457 - 472. 2015.

[4] ALMEIDA, R. P.; FFRAZÃO, L. A.; LEITE, M. E. FAGUNDES, L. A. Uso e ocupação do solo em áreas de assentamentos rurais no norte de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia** Uberlândia v. 18, n. 62, p. 13–31, 2017.

[5] ALVES, T.M.; CARVALHO, T.M. 2007. Técnicas de sensoriamento remoto para classificação e quantificação do sistema lacustre do rio Araguaia entre Barra do Garças e foz do rio Cristalino. **Revista Geográfica Acadêmica**, Goiânia, UFG, v. 1, p.79-94.

[6] ANA. Agência Nacional de Água (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**. Relatório pleno / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2017. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf. Acesso em 28 abril 2017.

[7] ANA. Agência Nacional de Água. (BRASIL). **Programa produtor de água Brasília**, 2018. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua>. Acesso em 19 junho 2018. Website.

[8] ANA. Agência Nacional de Águas (BRASIL) **Água no mundo**. Brasília, 2018. Disponível em: http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo. Acesso em 19 junho 2018. Website.

[9] ARAÚJO, S. M. S. A região semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. Rios Eletrônica- **Revista Científica da FASETE**, v. 5 n. 5, 2011.

[10] BARBOSA NETO, M. V.; Araújo, M. S.; ARAÚJO Filho, J. C.; ALMEIDA, B. G. Degradação do solo por erosão em área vulnerável à desertificação no semiárido pernambucano. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Anais...** Campinas, 2017. Disponível em: <http://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/cobramseg/2014/599661_80_ARTIGO_NASCENTES_BARBOSA_NETO.pdf>. Acesso em 10 de maio 2017.

[11] BARICHELLO, D. E.; PINHEIRO, D. K.; RORATO, D. G. Ações práticas e de educação ambiental visando preservar nascentes, Dona Francisca, RS. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, n. 3, p. 64-75, 2015.

[12] BARRETO, P. C. A. **Avaliação de Microbacias de nascentes de rios: contribuições para gestão de recursos ambientais no semiárido pernambucano**. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

[13] BARROS, J. D. S. PORDEUS, A. V. Agricultura no semiárido brasileiro: desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis. In: I Congresso Internacional de diversidade do semiárido. **Anais...** Campina Grande, 2016. Disponível em: <. http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA3_ID54_26082016222647.pdf>. Acesso em 10 de maio 2017.

[14] BELLO, L. A. L., TORRES, F. F. M. LIMA. A.C.M. Estudo sobre Métodos de Diagnóstico Ambiental de Nascentes em Unidade de Conservação Permanente. In: XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. **Anais...** Goiânia, 2014. Disponível em:<http://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/cobramseg/2014/80_ARTIGO_NASCENTES_BELLO_FINAL.pdf>. Acesso em 10 de maio 2018.

[15] BERTOLO R.; Hirata, R.; CONICELLI, B.; SIMONATO, M.; PINHATTI, A.; FERNANDES, A. Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala? **Revista DAE**, v. 63, p. 6-18, 2015.

[16] BIGARELLA, J.J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** Florianópolis: Ed. Universitária da UFSC. P. 877-1436. 2003

[17] BRAGA. A. P. As Nascentes como fonte de abastecimento de populações rurais difusas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 05, p. 974-985, 2011.

[18] BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**.

[19] _____. **LEI nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm > Acesso em: 21/02/2018.

[20] _____. **RESOLUÇÃO nº 303, de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html > Acesso em: 10/02/2018.

[21] _____**.LEI nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 1/02/2018.

[22] _____**Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 1/02/2018.

[23] CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Recuperação e conservação de nascentes.** Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivarí e Jundiaí, Piracicaba - São Paulo, 53p. 2004.

[24] CARMO, L. G.; FELIPPE, M. F. MAGALHÃES Junior, A. P. Áreas de preservação permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da legislação ambiental brasileira. **Bol. Goia. Geografia.** Goiânia, v. 34, n. 2, p. 275-293, maio/ago. 2014.

[25] CIRILO, J. A.; ALVES, F. H. B.; SILVA, L. A. C.; CAMPOS, J. H. A. L. Suporte de Informações Georreferenciadas de Alta Resolução para Implantação de Infraestrutura e Planejamento Territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p. 755-763, 2014.

[26] CIRILO, J. A.; ALVES; F. H. B.; SILVA, B. de M.; CAMPOS; P. H. A. L. PERNAMBUCO TRIDIMENSIONAL: base de dados espaciais para planejamento urbano e gestão territorial. In: SILUSBA Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa. 12º, 2015, Brasília, Distrito Federal, Brasil. **Anais**... Brasília: SILUSBA, 2015.

[27] COCCO, J. GALVANIN, E. A. P. S.; RIBEIRO, H. V.; NASCIMENTO, D.L. Análise do uso e cobertura da terra nas áreas de preservação permanente das nascentes da sub-bacia de Mato Grosso-Brasil. **Ciência e Natura, Santa Maria**, v.38 n.3, p. 1411 – 1418, 2016.

[28] COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L. ALMEIDA, C. N.; LIMA, E.R. V. RIBEIRO NETO, A.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.18, n.1, p.64-72, 2014.

[29] COLLISCHONN, W. **Hidrologia Para Engenharia e Ciências Ambientais.** ABRH, Porto Alegre, 2013.

[30] Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF). **Projeto pretende recuperar mais de 50 nascentes no semiárido alagoano**, **2013**. Disponível: http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/projeto-pretende-recuperar-mais-de-50-nascentes-no semiarido-alagoano. Acesso em 10 junho 2018. Website.

[31] CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data:**
principles and practices. New York: Lewis Publishers, 1998.

[32] CÔRREA, A. B., P. **Avaliação hidrológica de microbacias de nascentes de rios: Contribuições para a gestão de recursos ambientais no semiárido pernambucano**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

[33] Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG); Universidade Federal de Larvas (UFLA); Centro de Excelência em Matas Ciliares (CEMAC). **Nascentes: o verdadeiro tesouro da propriedade rural – O que fazer para conservar as nascentes em propriedades rurais. 2ª ed. Belo Horizonte. 2010.** Disponível em: http://www.institutohomempantaneiro.org.br/arquivos/Cartilha_Nascentes_Cemig.pdf . Acesso:30 janeiro de 2019.

[34] COSTA, W. D. **Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades.** Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco., Ed. UFPE, Recife v. 1 n.1., 2014.

[35] CPRM. **Geologia e recursos minerais do estado de Pernambuco.** Governo do estado de Pernambuco. Recife, 215p. 2001.

[36] CUNHA, A.P.M.; ALVALÁ, R.C.; NOBRE, C.A.; CARVALHO, M.A. Monitoringvegetativedrought dynamics in theBraziliansemiarid region. Agriculturaland **Forest Meteorology,** v. 214-215, n. 3, p. 494-505, 2015.

[37] CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J. ; MENDES, A. M. F.; MELO, R. F.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, M. S. L.; ALVAREZ, I. A. Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. **Seminário brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.** Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2010. p. 49-87.

[38] Dantas, C.E.O.; Cirilo, J. A.; Ribeiro Neto, A.; Silva, E. R. Caracterização da Formação de Cheias na Bacia do Rio Una em Pernambuco – II: Análise Estatística Regional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** 2014.

[39] DANTAS, H. R.; GUEDES, J. C. F.; COSTA, D. F. S.; SILVA, F. M. Avaliação da susceptibilidade à degradação ambiental em um município serrano do semiárido do Brasil (Cerro Corá-RN) **Caderno de Geografia**, Cerro Corá – RN, v.28, n.55, 2018.

[40] DAVIS, J.A. KEREZSY, A.; NICOL, S. Springs: Conserving perennial water is critical in arid landscapes. **Biological Conservation**, 2016

[41] EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (BRASIL). **Mapa de Solos do Brasil.** Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php. Acesso em 10 janeiro 2018.

[42] EUGÊNIO, F. C.; SANTOS A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; PIMENTEL LB, MOULIN, J.V. Identificação de áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne**, Lavras – MG, 17(4): 563-571, 2011.

[43] FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

[44] FILIZZOLA, B. R.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P.; FELIPPE, M. F. Proposta metodológica para desenvolvimento do índice de risco à poluição das águas de nascentes. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. **Anais**. 2013.

[45] FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q.; FERNANDES, M. M. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 22(4), p. 472-482, 2015

[46] FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**, 2000. 105p.

[47] FONSECA, V. L.; FONSECA, G. S. A **Paisagem de agonia do Rio Vieira em Montes Claros**. UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros – MG. Montes Claros, 2012.

[48] FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (BRASIL). **Recuperação de nascentes.** 2013. Disponível em: http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/detalhar-tecnologia-214.htm. Acesso em 13 agosto 2018.

[49] GOMES, E. R**. Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2015.

[50] GOMES, P. M. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: Analises macroscópicas. **Sociedade & Natureza,** vol. 17, p. 103-120, 2005.

[51] Hott MC, Guimarães M, Miranda EE. **Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Monitoramento por Satélite; 2004.

[52] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (BRASIL). **Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil**. Disponível em: < https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4>. Acesso em 20/01/2018.

[53] LEAL, M. S. TONELLO, K. C. DIAS, H. C. T. MINGOTI, R. Avaliação Hidroambiental de nascentes. **Revista Ambiente Água,** v. 12 n. 1 Taubaté, 2017.

[54] LIANG, S. 2004. **Quantitative remote sensing of land surface**. 1.ed. Nova Jersey: Jown Wiley & Sons, 534p. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt BR&lr=&id=v07cooSh4YEC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Quantitative+remote+sensing+of+land+surface&ots=xrDkju7PZT&sig=RkyQrbeEaEZg6mIYPZ25hov5new#v=onepage&q=Quantitative%20remote%20sensing%20of%20land%20surface&f=false Acesso em 12 maio de 2018.

[55] LIMA, H. F.; VASCONCELOS, F. P.; MORAES, A. A. ANDRADE, G. S. Análise da população rural e urbana do território agreste central e setentrional pernambucano: notas iniciais. **Revista Rural & Urbano,** Recife. v. 01, n. 01, p. 89-95, 2016.

[56] MACHADO, L. C.; SELVA, V. S. F. Avaliação do Potencial de Conservação de Nascentes na Zona da Mata Pernambucana. **Revista Geama,** Recife – 4 (1): 039-048. Jan-Mar 2018.

[57] MACHADO, P. J. de O. & TORRES, F. T. P. Introdução à hidrogeografia. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178p.

[58] MENDES, C.A.B.; CIRILO, J.A. 2013. Geoprocessamento em Recursos Hídricos Princípios, Integração e Aplicação. 2ª. Edição Revista e Ampliada. Porto Alegre: ABRH, 533p. 2014.

[59] MENDOZA, M. E.; GRANADOS, E. L.; GENELETTI, D.; PÉREZ-SALICRUP, D. R.; SALINAS, V. Analysing land cover and land use change process at watershed level: A multitemporal study in the Lake Cuitzeo Watershed, Mexico (1975-2003). **Applied Geography,** v.31, p.237-350, 2011.

[60] MMA. Ministério do Meio Ambiente (BRASIL). **Ciclo Hidrológico**. Brasília: MMA (2018). Disponível em http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico. Acesso em 08 de julho de 2018.

[61] MMA. Ministério do Meio Ambiente (BRASIL). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga.** Gariglio, M. A. *et al*., (org). Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

[62] MONTE, E. História Ambiental do(s) Agreste(s) de Pernambuco: As ações humanas no ambiente natural sob a ótica dos indígenas e dos estudos acadêmicos (Séculos XIX - XX). **Revista Catarinense de História**, Florianópolis, n.23, p.99-125, 2014.

[63] NASCIMENTO M. C., SOARES VP, RIBEIRO C. A. A. S, SILVA E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**; Santa Maria, 15(2): 207-220, 2005.

[64] NASCIMENTO, T. V.; FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Ciência e Natura** v.39 n.1, p. 170– 178 17, 2017.

[65] NIMER, E. 1979. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro, Fundação IBGE – SUPREN. 412p.

[66] NOWATZKI, A.; SANTOS, L.J.C.; de PAULA, E.V. Utilização do SIG na Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) na Bacia do Rio Sagrado (Morretes/PR). **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.22, n. 1, p.107-120, 2010.

[67] OLIVEIRA NETO, A. F. **O papel das nascentes no abastecimento de populações rurais difusas na Mata Pernambucana**. Dissertação. Centro de Filosofia e Ciências Humana (Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2013. Disponível: em:

<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12139>. Acesso em: 5 fevereiros 2017.

[68] OLIVEIRA, L. B. Uso e manejo da água na região semiárida do Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 11/12, p.50-64, 2015.

[69] PEREIRA, B. A.; CORTEZ, P. A. C.; OMURA; L. G. C. ARANTES. PEREIRA. **Projeto conservador das águas.** Prefeitura Municipal de Extrema, 2016. Disponível em:< <https://www.extrema.mg.gov.br/conservadordasaguas/>. Acesso em junho 2018.

[70] PEREIRA, L. C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais.** Dissertação (Mestrado), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco: Recife. 2012.

[71] PERNAMBUCO. **Lei n° 11.206, de 31 de março de 1995**. Dispõe sobre a política florestal do Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Disponível em: < http://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=1943&tipo >. Acesso em: 18/02/2018.

[72] _____Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – CONDEPE/FIDEM. **Anuário Estatístico/ Mapas (2016)**. Disponível em: <http://www.anuario.pe.gov.br/>. Acesso em 14 junho 2018.

[73] _____Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca.** Tomo, I: Resumo Executivo / Projetos Técnicos. Recife, 2010. Disponível em: < http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=3&subpage_id=84 > Acesso em: 20/02/2018.

[74] _____Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). **Plano Hidroambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe.** Tomo I - Diagnóstico Hidroambiental – Volume 01/03 / Projetos Técnicos. Recife, 2010. 339p. Disponível em: < http://www.apac.pe.gov.br/down/PHA_Capibaribe_TOMO_I_VOL_1_Diagnostico_21.07.11.pdf> Acesso em: 20/02/2018.

[75] _____Base de Dados do Estado (BDE). Regiões de Desenvolvimento. **Agreste Central** Disponível em: http://www.bde.pe.gov.br/estruturacaogeral/conteudo_site2.aspx. Acesso em 10 de maio de 2018.

[76] _____Pernambuco Tridimensional: PE3D. Secretaria de Desenvolvimento Econômico – SDEC. 2018. Disponível em: www.pe3.pe.gov.br. Acesso em: 10 de fevereiro de 2018. Website

[77] _____Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos (SRHE). Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), 2018. **Bacias Hidrográficas**. Recife, 2018. Disponível em:< http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5>. Acesso em 05/02/2018. Website.

[78] PIELOU, E.C**. Fresh water.** Chicago: The University of Chicago Press, p. 275, 1999.

[79] PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N. de; BALIEIRO, K. R. de C. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Cerne**, Lavras, v.18, n.3, p.495-505, 2012.

[80] PRINA, Z. B; TRETIN, R. Metodologia para Mapeamento de Áreas Suscetíveis à Inundação: Estudo de Caso para o Município de Jaguari – RS. IN: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, Gramado, RS, Brasil, 2014. **Anais...** Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/1/274/CT01-9_1403562395.pdf.> Acesso em: 24 abril 2018.

[81] RIBEIRO, A. S. **Estado de conservação das nascentes do alto trecho do rio Pajeú, Pernambuco, Brasil**. Dissertação (Mestrado) Dissertação. Centro de Filosofia e Ciências Humana (Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2014.

[82] RICHEY, A.S., THOMAS, B.F., LO, M.H., REAGER, J.T., FAMIGLIETTI, J.S., VOSS, K., SWENSON, S., RODELL, M. Renewable groundwater stress with GRACE. **Water Resour**. Res. 51, 5217–5238. 2015.

[83] RODRIGUES, P. C. G.; CHAGAS, M. G. S.; SILVA, F. B. R.; PIMENTEL, R. M. M. Ecologia dos Brejos de Altitude do Agreste Pernambucano. **Revista de Geografia.** Recife, v. 25, n. 3, set/dez. 2008.

[84] SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TEIXEIRA, A. H. de C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. **Processo de desertificação do semiárido brasileiro. In: Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.** 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2010. Cap. 10. p. 126-158.

[85] SÁ, M. G. Feirantes: Possíveis Contribuições. In: SÁ, M. G.; HELAL, D.H.; FERRAZ, A.; SILVA, J. P. **Trabalho: Questões no Brasil e no Agreste Pernambucano.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2013.

[86] SAMPAIO, J. R. Proteção de nascentes. In: **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE: produções didático-pedagógicas, 2016.** Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional. – Curitiba: SEED – Secretaria de Educação. Paraná. 2016. Disponível em:

http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1878. Acesso em: 8 de julho 2018.

[87] SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; EUGENIO, F. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, G. M. A. D. A**. Arc Gis 10.22. passo a passo. Fotointerpretação e Edição de dados espaciais**. CAUFES: Alegre – ES. 2014. Disponível em: < https://www.passeidireto.com/arquivo/26498655/arcgis-1022-passo-a-passo--fotointerpretacao-e-edicao-de-dados-espaciais--volume/11> Acesso em: 07 junhos 2018.

[88] SANTOS, E. C.; HELEAL, D. C. O moderno e o tradicional no agreste de Pernambuco**. Ci. & Tróp**. Recife, v. 42, n. 1, p. 140-162, 2018. Disponível em: <https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/viewFile/1668/1375>. Acesso em: 20 setembro 2018.

[89] SANTOS, E.M. **A geoconservação como ferramenta para o desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas: estudo aplicado à mesorregião do Agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil.** Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

[90] SETTI, A. A; LIMA, J.E.W.; CHAVES, A. J.M.; PEREIRA, I. C**. Introdução ao gerenciamento de recursos hídrico**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Brasília. 2000. 207 p.

[91] SILVA, E. R. **Modelagem Integrada para Controle de Cheias, Previsão e Alerta de Inundações: Estudo de Caso da Bacia do Rio Una em Pernambuco**. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

[92] SILVA, R. A.; PIRES, E. V. R.; IZIPPATO, F. J.; MIRANDOLA, P. H. Geoprocessamento aplicado a análise do uso e ocupação da terra e APPs de nascentes no rio Indáia Grande – Chapadão do Sul/Cassilândia/ Inocência (MS). Revista **Geonorte**. Manaus, V.2, p. 1497-1508, 2012.

[93] SILVA, R. M.; HENRIQUE, I. G. N.; CAZÉ, J. F. Simulação das mudanças de uso e ocupação do solo e seus efeitos nas características hidrossedimentológicas em uma bacia do bioma caatinga. **Revista de Geografia,** Recife, v. 35, 2018.

[94] SOARES V. P.; MOREIRA A. A.; RIBEIRO C. A. A. S.; GLERIANI J. M. Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos fragmentos florestais naturais como subsidio à averbação de Reserva Legal em imóveis rurais. **Cerne**. Lavras, 17(4): 555-561, 2012.

[95] SOBRAL. M. C. M. Estratégia de gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro. **Rede – Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 7, n.2, p. 76-82, nov. 2011.

[96] SOUSA, L. C. O. **Gestão da demanda de água no agreste pernambucano.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2017.

[97] STIMAMIGLIO, Adriano. Hidrografia. In: KNIE, J. L. W**. Atlas ambiental da região de Joinville: Complexo hídrico da Baía da Babitonga.** Florianópolis: FATMA/GTZ, 2002. p. 19-22.

[98] TUNDISI, J. G. Governança da água. **Rev. UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 222-235, 2013.

[99] TUNDISI, J. G; TUNDISI, T. M. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

[100] TUNDISI, J.G. & MATSUMURA TUNDISI, T**. Limnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

[101] VALENTE, O. F; GOMES, M. A. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. **Aprenda Fácil**, Viçosa, MG, 2005.

[102] VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 231, 2007.

[103] VICTOR, R. **Avaliação ecossistêmica do milênio: ecossistemas e bem-estar humano.** Apresentação em Powerpoint. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, [S.d.]

[104] VILLAR, P.C. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. **Ambiente & Sociedade,** São Paulo, v. XIX, n. 1, p. 83-102, 2016.

[105] Yu, W.; Zang, S.; Liu, W.; Na, X. Analyzing and modeling land use land cover (LUCC) in the Daqing City, China. **Applied Geography**, v.31, p.600-608, 2011.

[106] ZOBY, J. L. G. & MATOS, B. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Florianópolis, 2002. Florianópolis: ABAS, 2002. **Anais...** Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22634>. Acesso em 10 janeiro 2017.

APÊNDICE A - ATIVIDADE DE CAMPO

IDENTIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES A PARTIR DE SUPORTE DE DADOS ESPACIAIS DE ALTA RESOLUÇÃO (PE3D).

Identificação:
Tipo de nascente:
Data:
Coordenadas:
Município

Qualificação	Ruim (1)	Moderado (2)	Bom (3)
Resíduos sólidos	Muito( )	Pouco( )	Ausente ( )
Esgoto na	Visível( )	Provável( )	Ausente( )
Processo erosivo	Voçoroca ( )	Sulcos( )	Ausente( )
Cor da água	Escura( )	Turva( )	Clara( )
Odor	Intenso( )	Suave( )	Ausente( )
Espuma	Densa( )	Espaçada( )	Ausente( )
Óleos	Muito( )	Pouco( )	Ausente( )
Vegetação	Alta degradação( )	Baixa degradação( )	Conservada( )
Uso da nascente	Instalação de	Consumo manual ( )	Ausente( )
Proximidades	Menos de 50m ( )	Entre 50 e 100m ( )	Mais de 100m ( )
Proteção local	Sem proteção( )	Com proteção c/acesso (	Com proteção
Tipo de área de	Ausente( )	Propriedade privada (	Área protegida
Uso do solo	Agrícola/Pecuária ( )	Instalações rurais( )	Ausente ( )
Equipamento	Menos de 50m ( )	Entre 50 e 100m ( )	mais de 100( )
Estado da APP	Alta degradação ( )	Baixa degradação ( )	Conservada (
Eutrofização	Presença de algas (	Perda da transparência (	Ausente ( )
Resíduo no	Muito ( )	Pouco ( )	Ausente ( )

Anotações adicionais:

APÊNDICE B – PLANILHA DE INFORMAÇÕES DE CAMPO

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Intermitente Data: 23.04.2018
Coordenada: 36º 28”13,51’ W; 8°13”34,99’ S – Elevação: 1011m

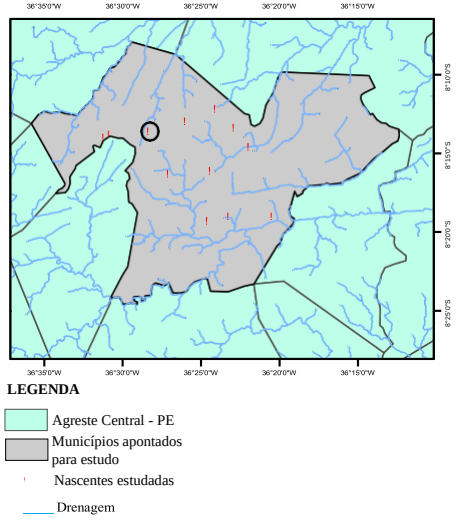
P1

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	3	3	2	2	1	2	2	3						29

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	3	3	2	2	1	2	2	3						29
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	30	20	15	15	10	10	10	10	20	15						185



LEGENDA
Características de avaliação:

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização

Q. Resíduo no entorno (APP)

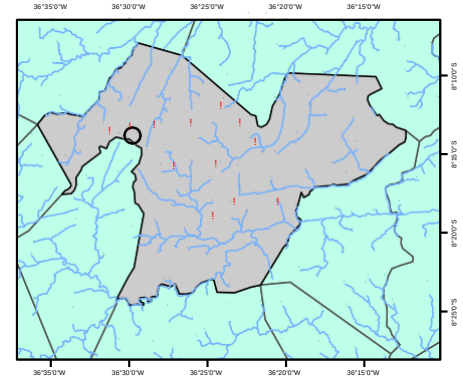
Município: Belo Jardim **Bacia Ipojuca** Tipo: Intermitente Data: 23.04.2018 Coordenada: 36º 29”49,45’ W; 8°13”48,702’ S – Elevação: 1002 m	**P2**

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	1	2	1	2	1	1	1	3						23

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	3	3	2	2	1	2	2	3						23
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	30	20	15	15	10	10	10	10	20	15						150



LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Perene Data: 23.04.2018
Coordenada: 36º 31”12,51’ W; 8°14”6,997’ S – Elevação: 888m

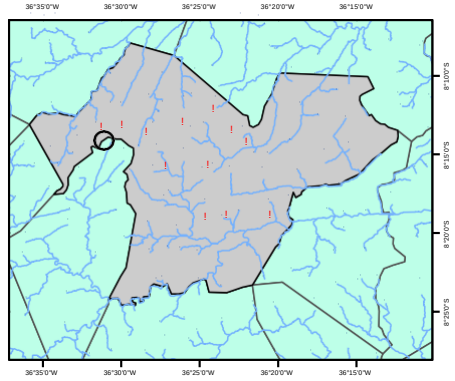
P3

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	1	2	1	2	1	2	1	3	3	36

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	1	2	1	2	1	2	1	3	3	36
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	5	7,5	7,5	7,5	10	5	10	5	10	10	10	10	30	15	192,5



LEGENDA
Agreste Central - PE
Municípios apontados para estudo
Nascentes estudadas
Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Intermitente com água Data: 23.04.2018
Coordenada: 36º 21”13,153’ W; 8°14”36, 99’ S – Elevação: 961m

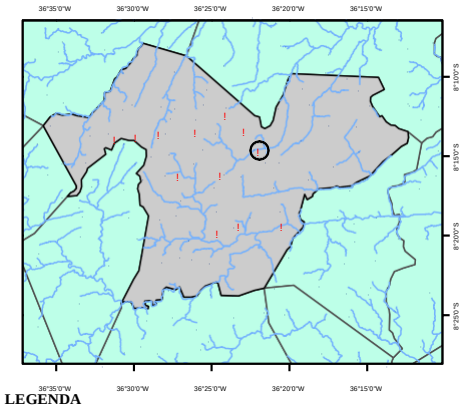
P4

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	1	3	3	3	1	3	3	1	2	2	2	1	2	3	**38**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	1	3	3	3	1	3	3	1	2	2	2	1	2	3	**38**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	2,5	7,5	7,5	7,5	10	15	15	5	10	20	10	10	20	15	**205**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Intermitente com água Data: 23.04.2018
Coordenada: 36º 24”2,239’ W; 8°12”34,621’S – Elevação: 985m

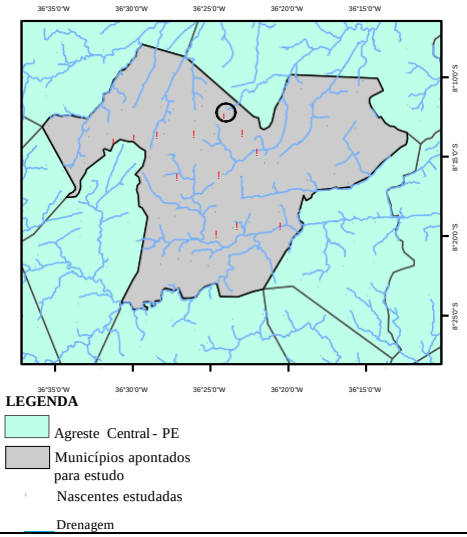
P5

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	1	2	1	3	1	3						**27**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	1	2	1	3	1	3						27
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	20	20	15	15	5	10	10	15	10	15						155



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Intermitente Data: 23.04.2018
Coordenada: 36º 22”48,511’ W; 8°13”22,99’ S – Elevação: 978m

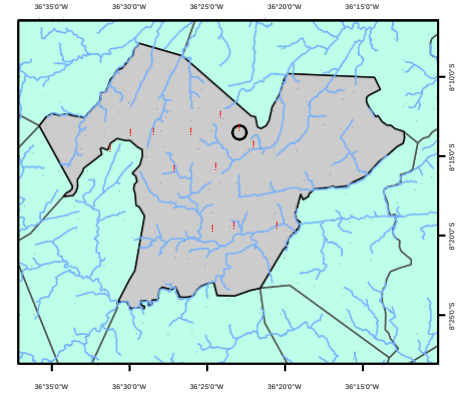
P6

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	2	3	3	2	1	2	2	3						**29**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	2	3	3	2	1	2	2	3						29
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	30	20	10	15	15	10	10	10	20	15						185



LEGENDA
- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Perene Data: 23.04.2018
Coordenada: 36º 27”0,401’ W; 8°16”34,99’ S / Elevação: 639 m

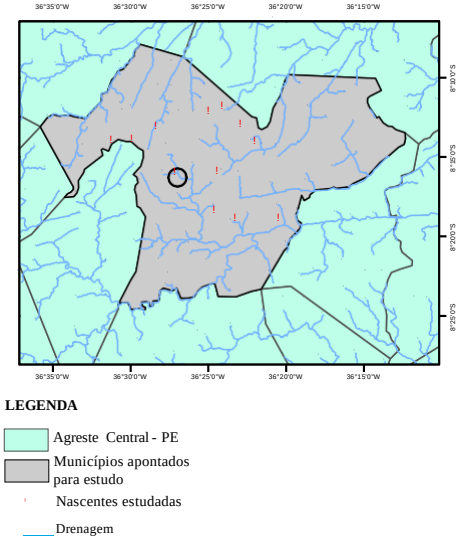
P7

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	1	3	3	3	2	1	1	1	2	2	1	2	3	3	**37**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	1	3	3	3	2	1	1	1	2	2	1	2	3	3	37
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	30	2,5	7,5	7,5	7,5	20	5	5	5	10	20	5	20	30	15	**220**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Perene Data: 24.04.2018

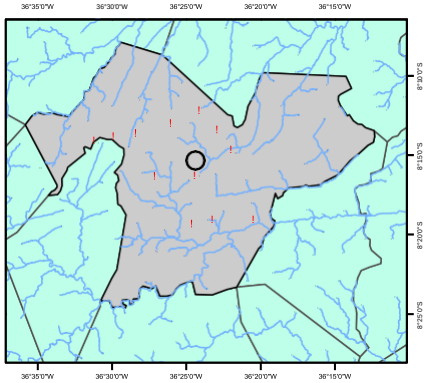
P8

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	3	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2						**27**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	3	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	2	1	3	2	34
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
5	15	20	5	7,5	7,5	7,5	10	5	5	10	10	20	10	10	30	10	**187,5**



LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Capibaribe
Tipo: Intermitente com água Data: 25.04.2018
Coordenada: 36º 23”7,414’ W; 8°18”34,99’ S – Elevação: 610 m

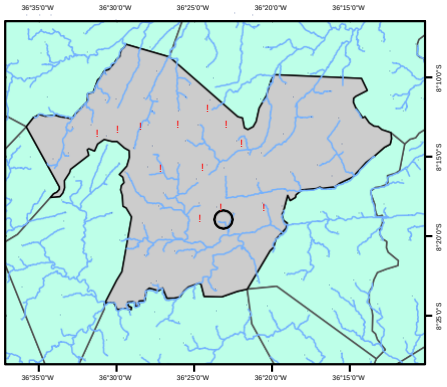
P9

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
2	3	2	1	3	3	3	1	1	2	1	2	**1**	3	1	3	2	**34**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
2	3	2	1	3	3	3	1	1	2	1	2	**1**	3	1	3	2	34
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
10	15	20	2,5	7,5	7,5	7,5	10	5	10	5	10	10	15	10	30	10	**185**



LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Intermitente / Data: 24.04.2018
Coordenada: 36º 24”30,51’ W; 8°19”16,99’ S / Elevação: 625 m

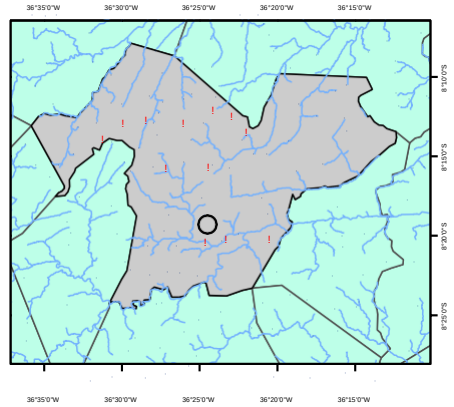
P10

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1						15

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	1	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	15
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5	5	5	10	10	5	
5	5	10	10	15	5	5	10	10	5	10	5	5	5	10	10	15	**95**



LEGENDA
Agreste Central - PE
Municípios apontados para estudo
Nascentes estudadas
Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Ipojuca
Tipo: Perene / Data: 25.04.2018
Coordenada: 36º 20”22,51’ W; 8°19”0,509’ S / Elevação: 836 m

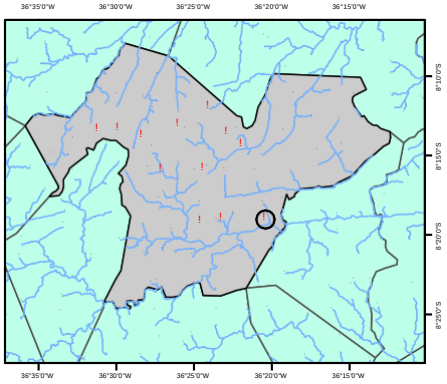
P11

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	3	2	2	1	3	3	1	1	2	2	2	1	2	2	3	1	**32**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	3	2	2	1	3	3	1	1	2	2	2	1	2	2	3	1	**32**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
5	15	20	5	2,5	7,5	7,5	10	5	10	10	10	10	10	20	30	5	**182,5**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

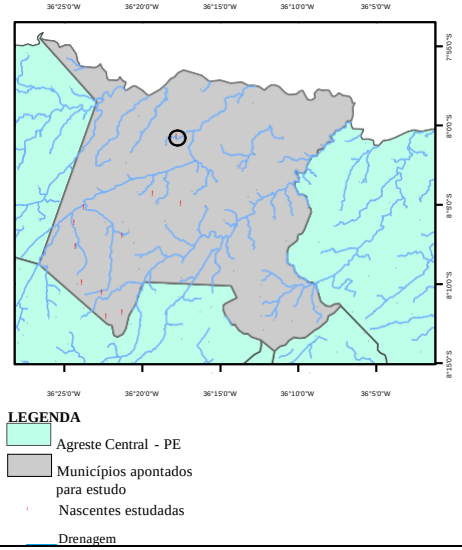
Município: Brejo de Madre de Deus Bacia Capibaribe Tipo: Perene/ Data: 25.04.2018 Coordenada: 36º 17”36,291’ W; 8°1”0,243’ S / Elevação: 1032 m	P12

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	2	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	1	2	2	3	1	32

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	3	2	2	1	3	3	1	1	2	2	2	1	2	2	3	1	32
5	5	10	2,	2,	2,	2,	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
5	15	20	5	2,	7,	7,	10	5	10	10	10	10	10	20	30	5	182,5



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Perene / Data: 25.04.2018
Coordenada: 36º 21”12,943’ 1’ W; 8°10”44,99’ S / Elevação: 1028 m

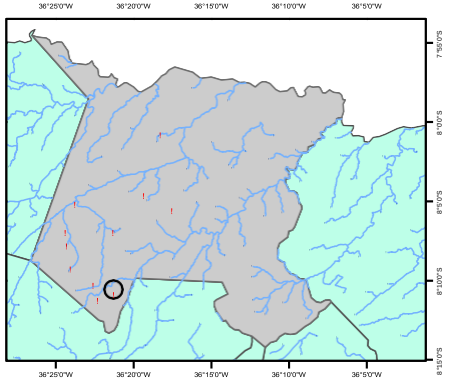
P13

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	3	**34**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	3	**34**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	5	7,5	7,5	2,5	10	10	10	5	10	10	5	20	20	15	**187,5**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Perene / Data: 25.04.2018
Coordenada: 36º 24”20,51’ W; 8°6”55,99’ S / Elevação: 1028 m

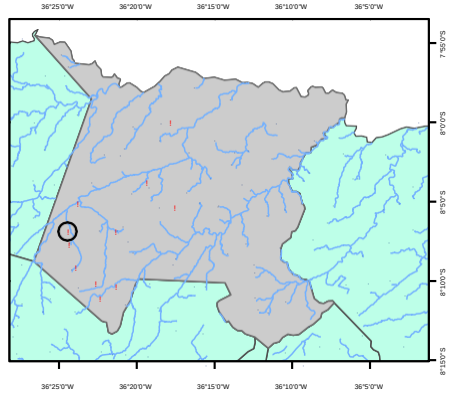
P14

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	**41**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	**41**
5	5	10	2,	2,	2,	2,	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	7,	7,	7,	7,	20	10	10	10	10	20	10	20	30	10	**230**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Perene / Data: 26.04.2018
Coordenada: 36º 24”11,841’ W; 8°7”47,99’ S / Elevação: 1030 m

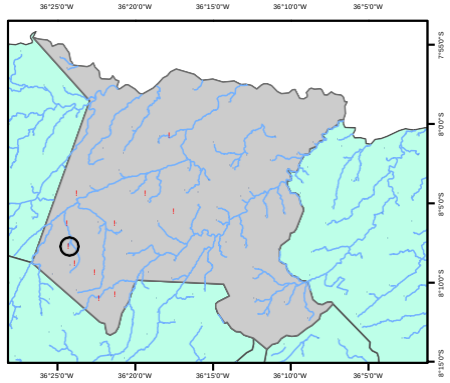
P15

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	1	2	2	2	1	1	2	3	3	**37**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	1	2	2	2	1	1	2	3	3	**37**
5	5	10	2,	2,	2,	2,	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	5	7,	7,	7,	10	5	10	10	10	10	5	20	30	15	**202,5**



LEGENDA

Agreste Central - PE

Municípios apontados para estudo

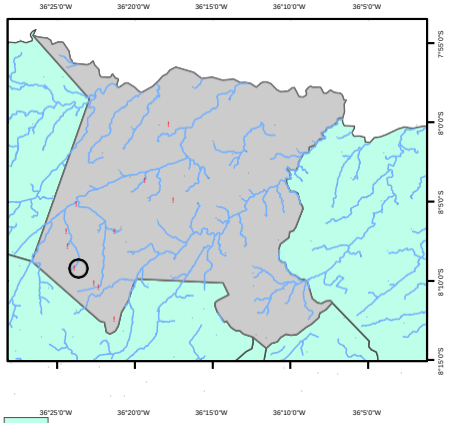
Nascentes estudadas

Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus Bacia Capibaribe Tipo: Perene / Data: 26.04.2018 Coordenada: 36º 23”49,071’ W; 8°9”25,99’ S / Elevação: 912 m																	**P16**
Parâmetro sem peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	3	2	3	3	3	1	2	3	1	2	1	3	2	3	3	**41**
Parâmetro com peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	3	2	3	3	3	1	2	3	1	2	1	3	2	3	3	**41**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	30	5	7,5	7,5	7,5	10	10	15	5	10	10	15	20	30	15	**227,5**



LEGENDA

Agreste Central - PE

Municípios apontados para estudo

Nascentes estudadas

Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Intermitente / Data: 26.04.2018
Coordenada: 36º 22”31,51’ W; 8°10”15,99’ S / Elevação: 859m

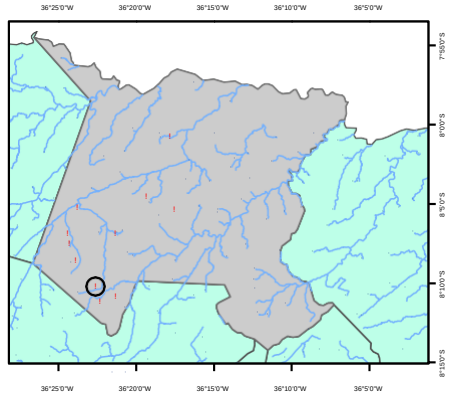
P17

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	3	2	1	3	3	3	1	1	1	1	2						**22**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	3	2	1	3	3	3	1	1	1	1	2	1	3	2	1	3	**22**
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5	5	5	10	10	5	
5	15	20	10	15	15	15	5	10	5	10	10	5	15	20	10	15	**135**



LEGENDA
Agreste Central - PE
Municípios apontados para estudo
Nascentes estudadas
Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Perene / Data: 27.04.2018
Coordenada: 36º 22”12,51’ W; 8°11”13,149’ S / Elevação: 1060m

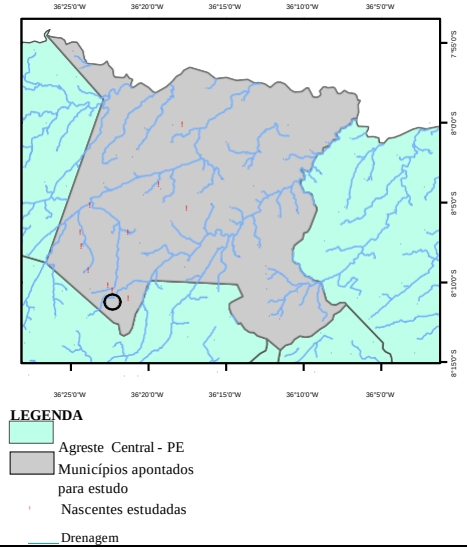
P18

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	**48**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	**48**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	30	7,5	7,5	7,5	7,5	30	10	15	5	15	30	15	30	30	15	**285**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Perene / Data: 27.04.2018
Coordenada: 36°21’ 13,493” W 8°6’56,946” S / Elevação: 989

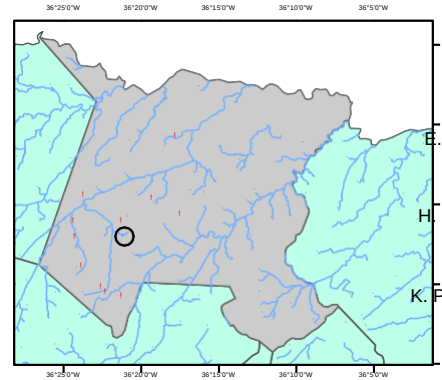
P19

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	**36**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	**36**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	5	7,5	7,5	7,5	20	5	10	10	10	10	10	10	20	10	**192,5**



LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Belo Jardim
Bacia Capibaribe
Tipo: Intermitente Data: 27.04.2018
Coordenada: 36°19’ 11,093” W 8°4’36,946” S / Elevação: 930m

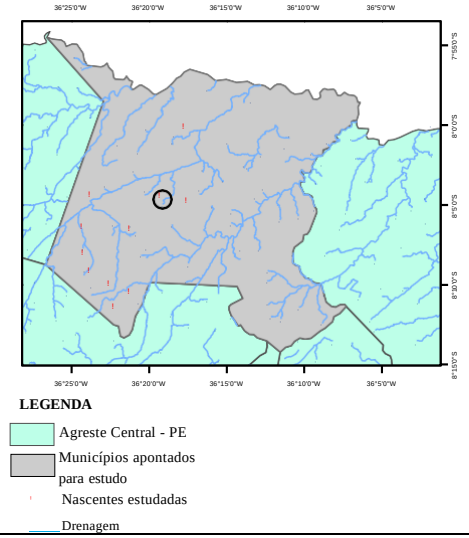
P20

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	2	1	1	1	2	1	1	2						**22**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	2	1	1	1	2	1	1	2						**22**
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	30	20	10	5	5	5	20	5	10	10						**150**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Intermitente / Data: 27.04.2018
Coordenada: 36°17’ 23,093” W 8°5’34,946” S - Elevação: 838m

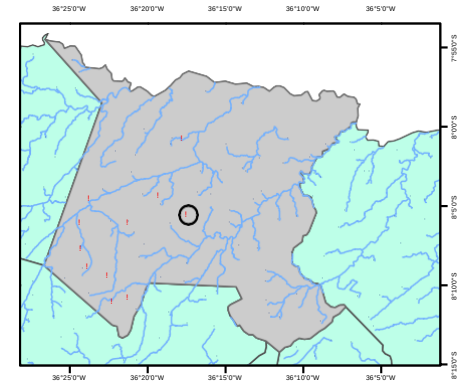
P21

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	**47**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	**47**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	30	7,5	7,5	7,5	7,5	30	15	15	15	5	10	15	30	30	15	**270**



LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Perene Data: 27.04.2018
Coordenada: 36º 19”14,51’ W; 8°4”33,149’ S - Elevação: 857m

P22

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	**37**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	**37**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	30	7,5	7,5	7,5	7,5	10	5	5	10	10	10	5	10	30	15	**200**

LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Brejo de Madre de Deus
Bacia Capibaribe
Tipo: Perene Data: 27.04.2018
Coordenada: 36º 14”58,51’ W; 8°1”15,111’ S - Elevação: 836m

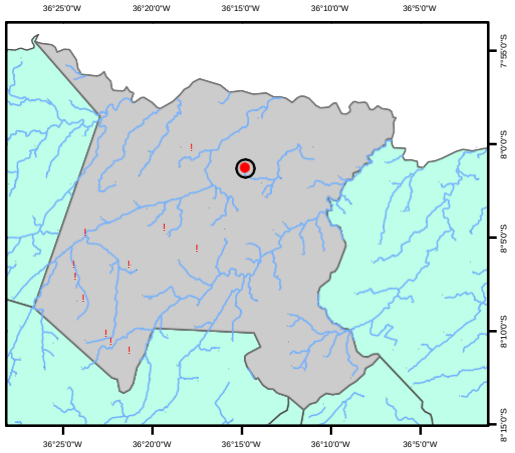
P23

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	2	2	1	2	1	2	2	2	3	**37**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	2	2	1	2	1	2	2	2	3	37
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	5	7,5	7,5	7,5	10	10	10	5	10	10	10	20	20	15	**197,5**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Camocim de São Felix
Bacia do Rio Sirinhaém

Tipo: Perene Data: 27.04.2018
Coordenada: 35º 45”43,51’ W; 8°17”58,249’ S - Elevação: 720 m

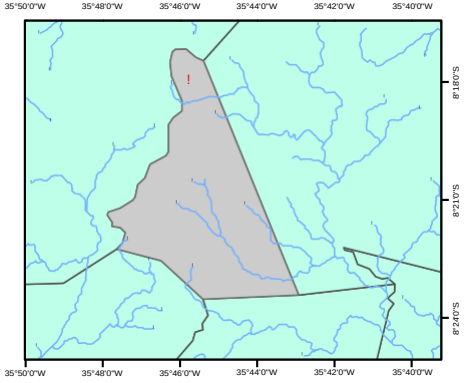
P24

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	**36**

Parâmetro com peso

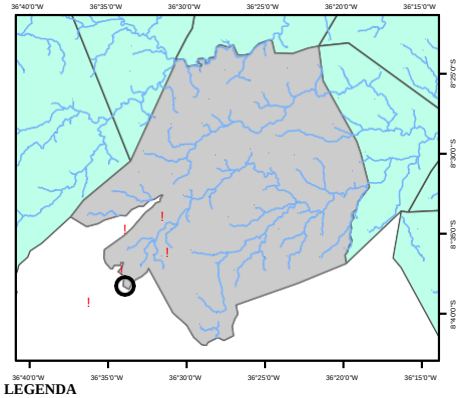
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	36
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	7,5	7,5	7,5	7,5	10	5	5	10	10	10	5	10	30	15	**190**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: São Bento do Una Bacia do Una. Tipo: intermitente / Data: 27.04.2018 Coordenada: 36º 33”58,144’ W; 8°38”18,509’ S / Elevação: 721m														**P25**			
Parâmetro sem peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	2	3	3	3	3	1	2	1	1	2	1	2	1	2	3	**36**
Parâmetro com peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	2	3	3	3	3	1	2	1	1	2	1	2	1	2	3	**36**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	7,5	7,5	7,5	7,5	10	10	5	5	10	10	10	10	20	15	**185**



LEGENDA

Agreste Central - PE

Municípios apontados para estudo

Nascentes estudadas

Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

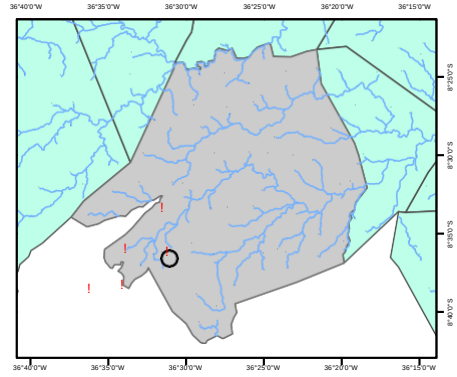
Município: São Bento do Una **Bacia do Una.** Tipo: Intermitente / Data: 16.05.2018 Coordenada: 36º 30”58,144’ W; 8°36”38,109’ S / Elevação: 698 m	**P26**

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	1	2	1	1	2	1	2	1	2	3	**36**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	1	2	1	1	2	1	2	1	2	3	**36**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	7,5	7,5	7,5	7,5	10	10	5	5	10	10	10	10	20	15	**185**



LEGENDA

Agreste Central - PE

Municípios apontados para estudo

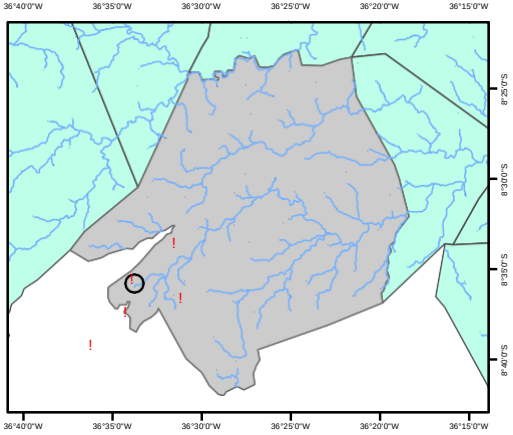
Nascentes estudadas

Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: São Bento do Una Bacia do Una. Tipo: Intermitente Data16.05.2018 Coordenada: 36º 33”42,144’ W; 8°35”48,509’ S - Elevação: 714 m																	**P27**
Parâmetro sem peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	2	1	2	2	1	2	1	1	1	3	1	2	1	2	3	**31**
Parâmetro com peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	2	1	2	2	1	2	1	1	1	3	1	2	1	2	3	**31**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	2,5	5	5	2,5	20	5	5	5	15	10	10	10	20	15	**180**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: São Bento do Una
Bacia do Una.
Tipo: Intermitente / Data16.05.2018
Coordenada: 36º 36”4,144’ W; 8°38”18,509’ S / Elevação 890m

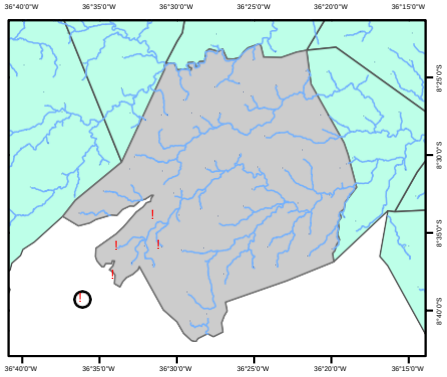
P28

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1						**22**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	1	3	1	3	1	3	1	1	1	1						**22**
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	10	30	5	15	5	15	10	5	10	5						**140**



LEGENDA

Agreste Central - PE
Municípios apontados para estudo
Nascentes estudadas
Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

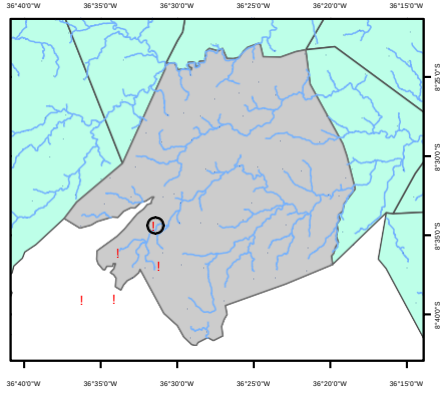
Município: São Bento do Una **Bacia do Una.** Tipo: Intermitente Data16.05.2018 Coordenada: 36º 31”23,144’ W; 8°34”22,509’ S – Elevação 695m	**P29**

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	1	3	3	3	1	1	1	2	1						25

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	1	3	3	3	1	1	1	2	1						25
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	30	10	15	15	15	5	10	5	20	5						160



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

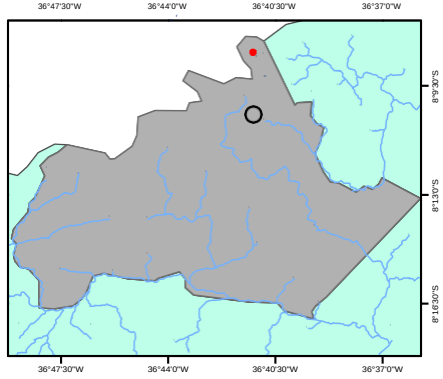
Município: Poção **Bacia Capibaribe.** Tipo: Perene / Data 25.04.2018 Coordenada: 36º 41”8,51’ W; 8°8”31,249’ S / Elevação 1015m	**P30**

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	2	1	1	2	1	3	1	3	2	**36**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	2	3	3	3	1	2	1	1	2	1	3	1	3	2	**36**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	20	5	7,5	7,5	7,5	10	10	5	5	10	10	15	10	30	10	**192,5**



LEGENDA

Agreste Central - PE
Municípios apontados para estudo
Nascentes estudadas
Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Pesqueira
Bacia Ipanema
Tipo: Intermitente Data 25.04.2018
Coordenada: 36º 41”49,51’ W; 8°20”15,549’ S - Elevação 718 m

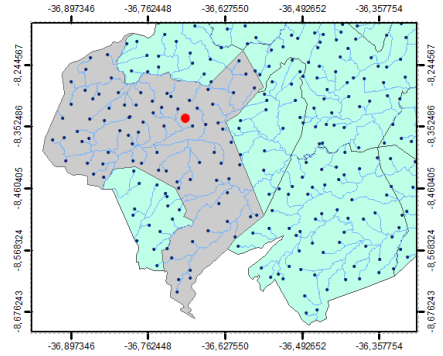
P31

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	1	2	1	1	2						**27**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	2	3	3	3	3	1	2	1	1	2						**27**
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	20	30	15	15	15	5	20	5	10	10						**175**



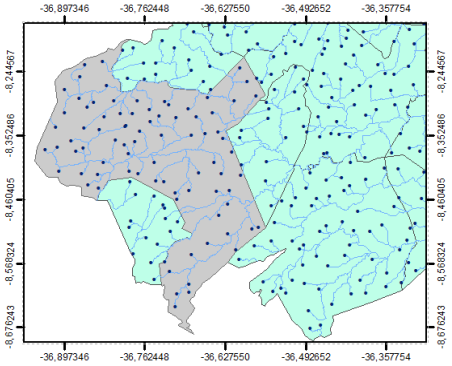
LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Pesqueira **Bacia Ipanema** Tipo: Intermitente Data 25.04.2018 Coordenada: 36°43’ 30,893” W 8°19’29,946” S - Elevação 744 m																	**P32**
Parâmetro sem peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	2	3	3	3	3	2	1	3	2	3						**31**
Parâmetro com peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	2	3	3	3	3	2	1	3	2	3						**31**
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	20	30	15	15	15	10	10	15	20	15						**195**



LEGENDA

Agreste Central - PE

Municípios apontados para estudo

Nascentes estudadas

Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Alagoinha
Bacia Ipanema
Tipo: Intermitente Data 25.04.2018**.**
Coordenada: 36°46’ 18,893” W 8°30’42,246” S Elevação 759 m

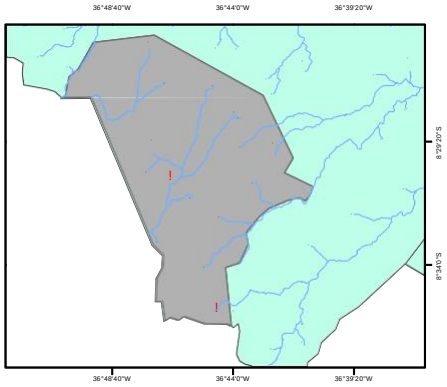
P33

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	2	2						**29**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	1	2	1	2	2						**29**
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	30	30	15	15	15	5	20	5	20	10						**195**



LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

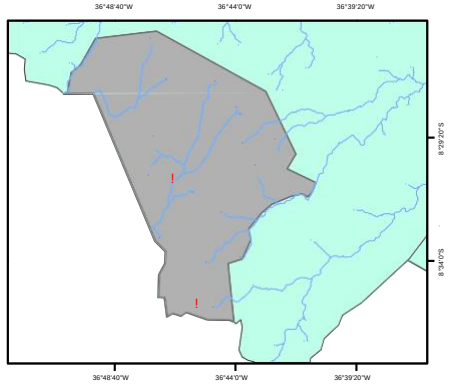
Município: Alagoinha **Bacia Ipanema** Tipo: Intermitente Data 25.04.2018**.** Coordenada: 36°45’ 21,893” W 8°35’34,646” S - Elevação 689m	**P34**

Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	3						**30**

Parâmetro com peso

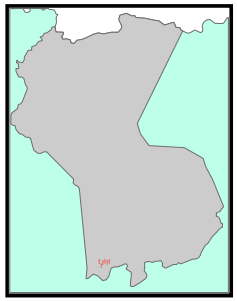
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	3	3	3	3	2	1	2	1	3						**30**
5	5	10	10	5	5	5	5	10	5	10	5						
15	15	30	30	15	15	15	10	10	10	10	15						**190**

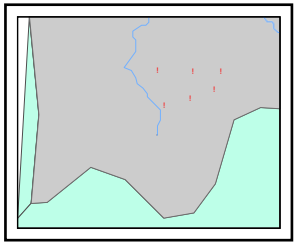


LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Caruaru – Parque Serra dos Cavalos **Bacia Ipojuca** Tipo: Perene / Data 09.05.2018. Coordenada: 36°1’ 38,093” W 8°21’36,946” S / Elevação 689m																	**P35**
Parâmetro sem peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	**49**
Parâmetro com peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	**49**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	30	7,5	7,5	7,5	7,5	30	15	15	5	15	30	15	30	30	15	**290**





LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

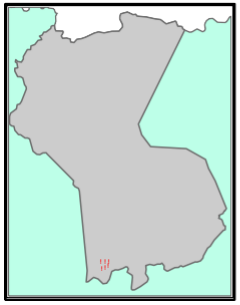
Município: Caruaru – Parque Serra dos Cavalos **Bacia Ipojuca** Tipo: Perene / Data 09.05.2018. Coordenada: 36°1’ 53,093” W 8°21’24,946” S / Elevação 887m	**P36**

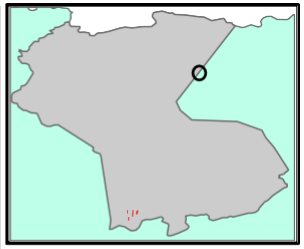
Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	2	3	3	**45**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
3	3	3	2	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	2	3	3	**45**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
15	15	30	5	7,5	7,5	7,5	10	15	15	5	15	30	15	20	30	15	**257,5**





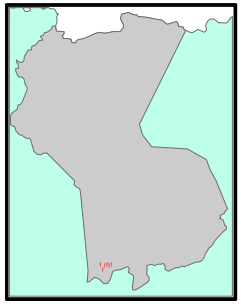
LEGENDA

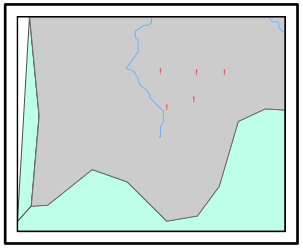
- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

Município: Caruaru – Parque Serra dos Cavalos Bacia Ipojuca Tipo: Perene / Data 09.05.2018. Coordenada: 36°1’ 54,755” W 8°21’42,367” S / Elevação 854m																	**P37**
Parâmetro sem peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	**49**
Parâmetro com peso																	
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**	**TOTAL**
2	3	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	**43**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
10	15	20	5	7,5	7,5	7,5	20	15	15	10	15	30	10	20	30	10	**247,5**





LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

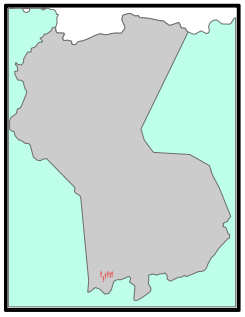
Município: Caruaru – Parque Serra dos Cavalos **Bacia Ipojuca** Tipo: Perene / Data 09.05.2018. Coordenada: 36°2’ 17,593” W 8°21’22,81” S / Elevação 818m	**P38**

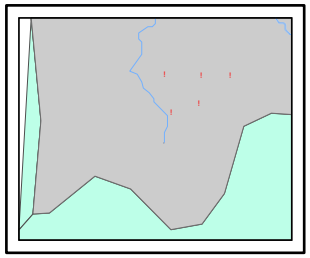
Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	2	2	1	2	3	3	1	1	2	1	3	3	2	1	2	1	**31**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
1	2	2	1	2	3	3	1	1	2	1	3	3	2	1	2	1	**31**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
5	10	20	2,5	5	7,5	7,5	10	5	10	5	15	30	10	10	20	5	**177,5**





LEGENDA

- Agreste Central - PE
- Municípios apontados para estudo
- Nascentes estudadas
- Drenagem

LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

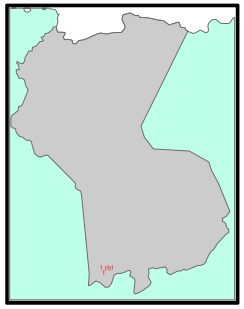
Município: Caruaru – Parque Serra dos Cavalos **Bacia Ipojuca** Tipo: Perene / Data 10.05.2018. Coordenada: 36°1’ 13,173” W 8°21’47,646” S / Elevação 840 m	**P39**

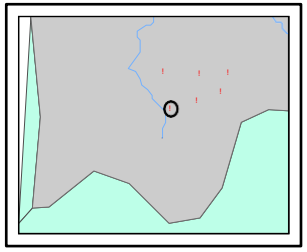
Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
2	3	2	3	3	3	3	2	1	1	2	3	3	2	2	3	2	**40**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
2	3	2	3	3	3	3	2	1	1	2	3	3	2	2	3	2	**40**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
10	15	20	7,5	7,5	7,5	7,5	20	5	5	10	15	30	10	20	30	10	**230**





LEGENDA
Características de avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)

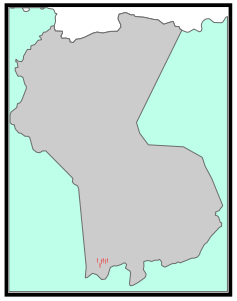
Município: Caruaru – Parque Serra dos Cavalos **Bacia Ipojuca** Tipo: Perene / Data 10.05.2018. Coordenada: 36°1’ 33,483” W 8°21’24,246”S / Elevação 813 m	**P40**

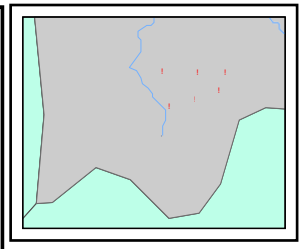
Parâmetro sem peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
2	3	2	3	3	3	3	2	1	1	2	3	3	2	2	3	2	**40**

Parâmetro com peso

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	TOTAL
2	3	2	3	3	3	3	2	1	1	2	3	3	2	2	3	2	**40**
5	5	10	2,5	2,5	2,5	2,5	10	5	5	5	5	10	5	10	10	5	
10	15	20	7,5	7,5	7,5	7,5	20	5	5	10	15	30	10	20	30	10	**230**





LEGENDA

Agreste Central - PE

Municípios apontados para estudo

Nascentes estudadas

Drenagem

LEGENDA
Características avaliação

A. Resíduos sólidos
B. Esgoto na nascente
C. Processo erosivo
D. Cor da água
E. Odor
F. Espuma
G. Óleos
H. Vegetação
I. Uso da nascente
J. Proximidades com residências
K. Proteção local
L. Tipo de área de inserção
M. Uso do solo
N. Equipamento com infraestrutura
O. Estado da APP
P. Eutrofização
Q. Resíduo no entorno (APP)