



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para seleção de plantas matrizes de quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.]

TALITA FREITAS FILGUEIRA DE SÁ

AREIA-PB

2017

TALITA FREITAS FILGUEIRA DE SÁ

Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para seleção de plantas matrizes de quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.]

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, Área de Concentração Agricultura Tropical.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Leonardo Pessoa Félix

AREIA-PB

2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da Biblioteca
Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia – PB.

S111u Sá, Talita Freitas Filgueira de.

Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para seleção de plantas
matrizes de quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.] /
Talita Freitas Filgueira de Sá. - Areia: UFPB/CCA, 2017.

112 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

UFPB/CCA

CDU: 631(043.2)

**Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para seleção de plantas
matrizes de quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.
Penn.]**

Tese defendida em: 18 de agosto de 2017

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Félix
DFCA/CCA/UFPB (Orientador)

Profa. Dra. Camila Firmino de Azevedo
DAA/UEPB

Prof^a. Dr^a. Katiane da Rosa Gomes da Silva
IPA/PE

Prof^a. Dr^a. Lenyneves Duarte Alvino de Araújo
DCB/CCA/UFPB

Prof^a. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque
DFCA/CCA/UFPB

AREIA-PB
2017

Ao meu pai, *Judas Tadeu Filgueira de Sá*

Pelo companheirismo, amor, sintonia e compreensão de uma vida inteira.

A minha mãe, *Maria de Fátima Freitas Filgueira*

Pelo exemplo, amor, orações e conselhos em toda minha construção.

Ao meu pequeno príncipe, *Joel Martins Braga Neto*

Por existir em minha vida, que me faz feliz por ser tua mãe.

Ao meu amado esposo, *Joel Martins Braga Júnior*

Que ilumina meus dias, que motiva e me faz querer ser sempre melhor.

Dedico

AGRADECIMENTO

E Jesus tomando a mão da menina, disse-lhe: Talita cumi, que, traduzido, é: Menina, te ordeno, levanta-te (Marcos 5:41). Agradeço a Deus, que me levanta todos os dias, me ergue nas batalhas e me transforma num vaso novo a cada prece que sai de meu coração.

Aos meus pais, Judas Tadeu Filgueira de Sá e Maria de Fátima Freitas Filgueira que são meu alicerce, por acreditar, cuidar, acompanhar, rezar, aconselhar e acima de tudo amar. Ao meu irmão Túlio Freitas Filgueira de Sá e minha prima-irmã Raissa Freitas Cavalcante, pelo apoio, força e carinho de toda uma vida. Eu admiro e amo vocês.

As orações de minha avó Maria Alaíde Albuquerque Freitas, bem como todos os tios, primos, sobrinhos e cunhados.

Aos meus professores, ao longo de toda minha vida, que além de conteúdos, me ensinaram a ser, e segundo Paulo Freire, “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Em especial aos mestres, Msc. Aresque Machado de Almeida, Dr. Carlos Barreto Alcoforado, Dr. Ítalo de Souza Aquino, Dr. José Ferreira da Costa Filho, Msc. Marconi Antão dos Santos, Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno e Dr. Walter Esfrain Pereira.

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA), Prof. Dr. Mailson Monteiro do Rêgo, pelo apoio e coragem de um homem justo que diante do projeto de formação de mestres e doutores soube liderar com sabedoria.

Ao meu orientador, prof. Dr. Leonardo Pessoa Félix, que soube me acolher na dificuldade e apoiar com palavras gentis; dou destaque a simplicidade do sábio, que não precisa ser arrogante para se mostrar grande.

Grata as considerações e carinho a mim dedicado, pelos professores e avaliadores da minha qualificação: Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida, Dra. Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia e Dra. Nivânia Pereira da Costa Menezes.

Aos avaliadores desta tese serei grata pela disponibilidade e ensinamentos, em especial aos professores: Dra. Lenyneves Duarte Alvino de Araújo e Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, ao Rui Barbosa da Silva, Severino Francisco dos Santos (Biu Pesqueiro) e Antônio Alves de Lima, pela preciosa colaboração no desenvolvimento do meu trabalho.

Aos amigos que fiz, vocês são escolha em minha vida, sou grata a todos, em especial a, Alba Cláudia Nóbrega, Antônio Pereira dos Anjos Neto, Aderaldo Trajano, Cosmo Rufino de Lima, Cristóvão Leite Rodrigues, Gibran Alves, Hertha Cristina Carneiro Pessoa, José George Ferreira Medeiros, Julie Eugênio da Silva Francisco Medeiros, Lila Francisca de Oliveira Reis Matos, Luciano Medina Peres e Vera Lúcia Silva.

Ao apoio de meus alunos, que compreenderam e me apoiaram com mensagens de força e demonstração de carinho.

Ao amor e orientações do meu marido, Joel Martins Braga Júnior, que sempre do meu lado amparou minhas lágrimas, me deu forças para seguir e nunca me deixou desistir. A paciência do meu príncipe e filho Joel Martins Braga Neto. Na bússola da minha vida vocês são meu norte, que me ajudam a seguir todas as batalhas que a vida oferece. Eu amo vocês.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1. Descrição da espécie.....	20
2.1.1. Análise de sementes	22
2.1.1.1. Biometria de frutos e sementes	23
2.1.1.2. Germinação de Sementes	24
2.1.1.3. Testes de Vigor em Sementes	26
2.1.1.4. Desempenho de Plântulas.....	27
2.1.1.5. Emergência de Plântulas.....	27
2.1.1.6. Condutividade Elétrica.....	28
2.2. Geoprocessamento.....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1. Caracterização da área de estudo	32
3.2. Parâmetros analisados	33
3.2.1. Biometria de frutos e sementes.....	35
3.2.2. Teor de água.....	36
3.2.3. Teste de Germinação.....	36
3.2.4. Teste de Emergência	37
3.2.5. Primeira contagem de germinação e emergência	37
3.2.6. Índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE).....	37
3.2.7. Comprimento de plântulas.....	38
3.2.8. Massa seca de plântulas.....	38
3.2.9. Condutividade Elétrica.....	38
3.3. Delineamento experimental e análise estatística	39
3.4. Sistema de Informação Geográfica – SideroxSIG.....	39
3.4.1. Análises Espaciais Multicritérios.....	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Testes de qualidade de sementes.....	42

4.1.1. Biometria e peso de frutos e sementes	42
4.1.2. Teor de água em sementes de <i>S. obtusifolium</i>	45
4.1.3. Germinação de sementes de <i>S. obtusifolium</i>	46
4.1.4. Vigor de sementes de <i>S. obtusifolium</i> a partir do teste de germinação	47
4.1.4.1. Vigor de sementes de <i>S. obtusifolium</i> advindas a partir do teste de emergência.....	48
4.1.4.2. Condutividade Elétrica e outros testes de vigor.....	49
4.1.4.3. Testes de germinação e vigor após condutividade elétrica	52
4.2. Sistema de Informação Geográfica	54
4.2.1. Espacialização entre as Plantas Matrizes	54
4.2.2. Análise espacial multicritérios.....	55
4.2.2.1. Teste de germinação	55
4.2.2.2. Primeira contagem.....	55
4.2.2.3. Índice de velocidade de germinação	56
4.2.2.4. Comprimento de plântulas	56
4.2.2.5. Massa seca de plântulas	56
4.2.2.6. Massa seca de parte aérea	57
5. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICES.....	70
ANEXOS	105

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Tabela 1. Biometria de frutos de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista/PB, Brasil.....	42
Tabela 2. Médias biométricas de sementes de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> provenientes de diferentes plantas matrizes do município de Boa Vista /PB, Brasil	43
Tabela 3. Teor de água (%) e germinação (%) de sementes de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> provenientes de diferentes plantas matrizes do município de Boa Vista/PB, Brasil.	45
Tabela 4. Vigor de sementes de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista - PB, Brasil.....	47
Tabela 5. Vigor de sementes de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista/PB, Brasil.....	49
Tabela 6. Resultado do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^1$) de sementes de 16 plantas matrizes de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em diferentes períodos de embebição	50
Tabela 7. Germinação e vigor de sementes de diferentes plantas matrizes de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> provenientes do teste de condutividade elétrica. Boa Vista/PB, Brasil.....	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de localização das matrizes na área de estudo, município de Boa Vista/PB, Brasil.	32
Figura 2. Fluxograma da análise de semente. TA – Teor de Água; PC – Primeira contagem; IVG – Índice de velocidade de germinação; CP – Comprimento de plântula; MS - Massa Seca.	35
Figura 3. Fluxograma metodológico	40
Figura 4. Layout tabela de atributos no Qgis.....	41
Figura 5. Curva da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) em sementes de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista/PB, Brasil.....	51

LISTA DE APÊNDICES

	Pág.
APÊNDICE 1 - Tratamento de dados de receptor-GPS	71
APÊNDICE 2 - Banco de dados	75
APÊNDICE 3 - União de dados geográficos e banco de dados (<i>Join</i>) no Qgis	76
APÊNDICE 4 - Montagem do Projeto.....	86
APÊNDICE 5 - Análise espacial do comprimento de frutos de <i>S. obtusifolium</i>	89
APÊNDICE 6 - Análise espacial do diâmetro de frutos de <i>S. obtusifolium</i>	90
APÊNDICE 7 - Análise espacial do peso de frutos de <i>S. obtusifolium</i>	91
APÊNDICE 8 - Análise espacial do comprimento de sementes de <i>S. obtusifolium</i>	92
APÊNDICE 9 - Análise espacial do diâmetro de sementes de <i>S. obtusifolium</i>	93
APÊNDICE 10 - Análise espacial do peso de sementes de <i>S. obtusifolium</i>	94
APÊNDICE 11 - Análise espacial da germinação de sementes de <i>S. obtusifolium</i>	95
APÊNDICE 12 - Análise espacial da emergência de plântulas de <i>S. obtusifolium</i>	96
APÊNDICE 13 - Análise espacial da germinação de sementes de <i>S. obtusifolium</i> após teste de condutividade elétrica	97
APÊNDICE 14 - Análise espacial da proximidade de plantas matrizes de <i>S. obtusifolium</i>	98
APÊNDICE 15 - Análise espacial multicritério de testes de germinação.....	99
APÊNDICE 16 - Análise espacial multicritério de testes de primeira contagem da germinação	100

APÊNDICE 17 - Análise espacial multicritério de testes de IVG	101
APÊNDICE 18 - Análise espacial multicritério de testes de comprimento de plântula na parte aérea	102
APÊNDICE 19 - Análise espacial multicritério de testes de massa seca de plântula na parte aérea	103
APÊNDICE 20 - Análise espacial multicritério de testes de massa seca de plântula na raiz.....	104

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 - MATRIZES M01 e M02.....	106
ANEXO 2 - MATRIZES M03 e M04.....	107
ANEXO 3 - MATRIZES M05, M06, M07 e M08.....	108
ANEXO 4 - MATRIZES M09 e M10.....	109
ANEXO 5 - MATRIZES M11, M12, M13 e M14.....	110
ANEXO 6 - MATRIZES M15 e M16.....	111

DICIONÁRIO DE SIGLAS

AOSA - Association of Official Seed Analysts

AP - Agricultura de Precisão

APP - Área de Preservação Permanente

BD - Banco de Dados

BOD - Demanda Biológica de Oxigênio

CAD - Desenho Auxiliado por Computador

CE - Condutividade Elétrica

CP - Comprimento de Plântula

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IVE - Índice de Velocidade de Emergência

IVG - Índice de Velocidade de Germinação

LAS - Laboratório de Análise de Sementes

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MS - Massa Seca

PC - Primeira Contagem da Germinação

RAS - Regras para Análise de Sementes

SGBD - Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SQL - Linguagem de Consulta Estruturada

SR - Sensoriamento Remoto

TA - Teor de Água

SÁ, T. F. F. **Uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para seleção de plantas matrizes de quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.]**. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, Paraíba. 2017, 112 p.

RESUMO

A quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.] é uma espécie nativa do bioma Caatinga que vem diminuindo sua população por diversos fatores, inclusive interferência antrópica. O monitoramento das características do meio onde as espécies estão inseridas e o cadastro de dados obtidos em laboratório é uma alternativa que pode contribuir na tomada de decisão individualizada. Para tal, esta pesquisa objetivou a criação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que relacione dados referentes à qualidade de sementes advindas de plantas matrizes de Quixabeira (*S. obtusifolium*) do município de Boa Vista - PB. O sistema permite gerar análise espacial das matrizes, produto cartográfico, análise multicritério e gerar um modelo que pode ser reproduzido para outras espécies. O sistema foi produzido a partir de três etapas: coleta de dados; análises de sementes e modelagem do *software* de SIG. No momento da coleta, as plantas matrizes foram localizadas espacialmente por receptor-GPS e levadas para o laboratório de análise de sementes da Universidade Federal da Paraíba/CCA. Na fase de análise foram realizados testes de biometria dos frutos e das sementes, testes de germinação e vigor (emergência, primeira contagem, IVG, comprimento, massa seca de plântulas e condutividade elétrica). As matrizes M04 (46%) e M07 (44%) obtiveram os melhores resultados no teste de germinação, já na avaliação da biometria a matriz M09 apresentou resultados mais significativos, contradizendo o teste de condutividade elétrica, em que a mesma foi a que mais deteriorou seus sistemas celulares. Em posse dos resultados gerou-se um banco de dados no *software* Qgis para análise espacial e multicritério das plantas matrizes. Na análise multicritério todos os itens foram consultados a partir do segundo agrupamento estatístico e a matriz M11 foi considerada a mais indicada como produtora de sementes entre as dezesseis matrizes de *S. obtusifolium* estudadas, por apresentar resultados médios entre os dois principais agrupamentos para o conjunto de testes. O SIG foi uma ferramenta geotecnológica capaz de estabelecer a relação entre os dados de análise da semente de Quixabeira e a observação do contexto onde a matriz existe, além disso, o modelo apresentado pode ser adaptado a qualquer outra espécie, bem como a outros tipos de dados.

Palavras-chave: SIG; Sementes; Caatinga; Qgis.

SÁ, T. F. F. **Use of Geographic Information System (GIS) for selection of quixabeira matrix plants [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.]**. Universidade Federal da Paraíba (Doctoral Thesis in Agronomy) Areia, PB, 2017. 112 p.

ABSTRACT

Quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.] is a native species of the Caatinga biome whose population has been reduced by several factors, including anthropic interference. The monitoring of the characteristics of the environment where the species is and the registry of the data obtained in the laboratory are alternatives that can contribute to the individualized decision making. For this, the current research aimed at the creation of a Geographic Information System (GIS), which relates data referring to the quality of seeds from *S. obtusifolium* from Boa Vista - PB. The system must generate spatial analysis of the matrices, cartographic product, multicriteria analysis and generate a model that can be reproduced for other species. The system was produced from three stages: data collection, seed analysis and modeling of GIS software. At the time of the collection, the matrix plants were located spatially by a GPS receiver and taken to the seed analysis laboratory of Universidade Federal da Paraíba/CCA. In the analysis phase, fruit and seed biometry tests, germination and vigor tests (emergence, first counting, IVG, length, dry mass of seedlings and electrical conductivity) were performed. The M04 (46%) and M07 (44%) matrices obtained the best results in the germination test. In the biometrics evaluation, the matrix M09 presented more significant results, contradicting the electrical conductivity test, when it had most of its cellular systems deteriorated. A database was generated in the Qgis software for spatial and multicriteria analysis of the matrix plants. In the multicriteria analysis all the items were consulted from the second statistical grouping and the M11 matrix was considered the most indicated as a seed producer among the sixteen studied *S. obtusifolium* matrices, since it presented average results between the two main groupings for the set tests. GIS is a geotechnical tool capable of establishing a relationship between *S. obtusifolium* seed analysis data and the observation of the environment where the matrix exists; it is a system that can be adapted to any other species as well as to other types of data.

Keywords: GIS; Seeds; Caatinga; Qgis.

1. INTRODUÇÃO

Sideroxylon obtusifolium (Roem. & Schult.) T.D. Penn. é uma espécie pertencente à família Sapotaceae, nativa da flora da Caatinga (FORZZA *et al.*, 2010) e é conhecida popularmente como quixabeira. A ocorrência geográfica desta vai desde o Ceará ao Rio Grande do Sul (PEDROSA, 2012). Essa espécie florestal é muito utilizada na carpintaria regional e no artesanato, como também na medicina popular no tratamento de machucados, gripe, gastrite e inflamações (FERRAZ *et al.*, 2006). Devido a essa pressão extrativista, *S. obtusifolium* foi considerada uma espécie vulnerável (IBAMA, 1992) e, por isso os estudos e ações promotoras para a regeneração natural da população devem ser incentivados.

Compreender a qualidade da semente disponível na natureza é um ponto de partida para pesquisas que apoiam a conservação das populações, visto que este parâmetro está diretamente relacionado com o caráter qualitativo e quantitativo da descendência (Paula, 2007). A qualidade da semente depende de fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários e esta é avaliada através de testes de germinação e testes de vigor, que são analisados por lotes quando se trata de uma espécie cultivada, ou por indivíduos, quando se trata de uma espécie florestal.

Identificar dentre as espécimes disponíveis em uma determinada área, quais possuem as características que a torna uma planta matriz, significa identificar a unidade escolhida para coletar as melhores sementes. A Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 define planta matriz como aquela planta fornecedora de material de propagação que mantém as características da planta básica da qual seja proveniente (BRASIL, 2003).

Quando o trabalho trata de plantas matrizes de espécies florestais, este deverá seguir algumas especificidades, como o número mínimo de plantas recomendado para coleta de sementes, que por sua vez, tem relação com o tamanho da população natural (PAULA, 2007). O mesmo autor relaciona que para a recomposição do meio onde as matrizes estão inseridas e a produção de sementes, uma população acima de 500 árvores é considerada na literatura como uma população natural grande, o que garantiria um tamanho efetivo de 50 ($N_e = 50$) em número de espécimes.

No estudo de plantas matrizes as condições de campo podem ser observadas através de geotecnologias, as quais começaram a ser difundidas a partir do início deste século. O número de usuários de *softwares* de geoprocessamento tem-se ampliado continuamente em todo o mundo (FERREIRA, 2013), nas diversas áreas do conhecimento, e, portanto, tem desempenhado um papel importante nos estudos de planejamento e gestão territorial, permitindo a construção de cenários futuros. Por exemplo, para o monitoramento do uso e cobertura da terra é um dos instrumentos de investigação dos avanços da ocupação antrópica sobre as remanescentes florestais (REIS *et al.* 2009).

O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) transforma o gerenciamento convencional do campo, em Agricultura de Precisão (AP), definida como uma integração de diversas tecnologias em múltiplas fontes de dados (DE OLIVEIRA, 2016). O SIG foi aplicado por Gurgel *et al.* (2013) na conservação de recursos genéticos e resgate de novos acessos para reposição em caso de perda de plantas no BAG, que é um conjunto de amostras representativas de um indivíduo ou de vários indivíduos da população.

Diante do exposto, esta pesquisa objetivou a criação de um Sistema de Informação Geográfica que seja capaz de indicar plantas matrizes com excelente qualidade de sementes e que dê apoio ao monitoramento espaço-temporal dessas matrizes, tendo como modelo a espécie *Sideroxylon obtusifolium*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O Bioma Caatinga

De origem Tupi-Guarani, o termo Caatinga etimologicamente consiste *ca'a* que define planta ou floresta; *ti* uma derivação de *morotí* significa branco e sufixo *'ngá* (angá) quer dizer perto de; resumido por Leal *et al.* (2003) como floresta branca.

O bioma Caatinga, com sua imensa diversidade de fauna e flora encontra-se em uma área de 844.453 km² (IBGE, 2012), isso representa uma fração significativa do território nordestino, uma região historicamente acometida por secas prolongadas, no entanto, rico e diversificado, de vegetação do tipo xerófila e suas águas encontradas nas camadas subterrâneas do solo.

A Caatinga é um dos ecossistemas brasileiros mais ameaçados em função de fatores climáticos, desertificação e atividades antrópicas (COSTA *et al.*, 2009). As características áridas desse bioma estão diretamente relacionadas com o clima, que conseqüentemente liga-se com a insuficiência de precipitação adequada para manter uma vegetação resistente (AMARAL *et al.*, 2014).

O ministério do meio ambiente disponibiliza um diagnóstico da vegetação nativa do bioma caatinga que se inicia do fato de este ser desvalorizado e mal conhecido botanicamente. Andrade-Lima (1981) foi quem primeiro descreveu uma grande variedade de tipos vegetacionais; e este autor dá como inegável duas questões sobre o domínio das Caatingas: um é que os diferentes tipos vegetacionais resultam da integração do clima-solo e suas inúmeras combinações, e segundo que as informações sobre as relações entre vegetação e fatores físicos não seriam suficientemente conhecidas.

A relevância quanto à necessidade de estudos de espécies florestais deve-se a publicação do novo Código Florestal (Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012), tendo em vista a necessidade de implementação de ações de recuperação da vegetação nativa em larga escala no Brasil (DANTAS *et al.*, 2014).

2.2 . Descrição da espécie

A *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn., conhecida popularmente por quixaba, quixabeira, sapotiaba, sacutiaba, coronilha, coca, maçaranduba-da-praia, miri e rompegibão, é encontrada as margens de cursos de água ou as várzeas úmidas (LACERDA *et al.*, 2005).

Possui várias sinônimas, citados por Lorenzi (2014): *Bumelia obtusifolia* Roem. & Schult. e variedades, *B. sartorum* art., *B. sartorum* var. *latifolia* Miq., *B. rotundifolia* Swartz senso Kunth, *B. rhamnoides* Casar., *B. excelsa* DC., *B. fragans* Ridley, *B. buxifolia* Roem. & Schult., *B. sartorum* Fr. All., *B. obtusifolia* Roem. & Schult. subsp. *Buxifolia* (Roem. & Schult.) Cronq., *B. dunatii* DC., *B. cruegerii* Griseb., *B. nicaraguensis* Loes., *B. conglobata* Standl., *Lyciodes buxifolia* (Roem.& Schult) Kuntze, *L. dunatii* (DC) Kuntze, *L. obtusifolium* Roem. & Schult., *L. sartorum* (Mart.) Kuntze, embora o nome correto aceito é *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn de acordo com Centro Nacional de Conservação da Flora (2017).

A população natural de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.) vem diminuindo ao longo dos anos devido à exploração predatória, e por isso foi categorizada como vulnerável à extinção através da portaria nº37-N, de 3 de Abril de 1992 do Ministério do Meio Ambiente (Ministério do Meio Ambiente, 2003; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, 1992). No entanto, a partir de mudanças socioeconômicas da população, a *S. obtusifolium* saiu da lista de espécies ameaçadas de extinção de acordo com a Instrução Normativa de Nº 6 de setembro de 2008 do Ministério do Meio Ambiente.

O porte da quixabeira é definido como arbóreo e rústico, alcançando de 7 a 18 metros de altura, com copa densa, decídua ou semidecídua, com amadurecimento dos frutos nos meses de janeiro e fevereiro (REBOUÇAS *et al.*, 2012). A madeira da *S. obtusifolium* é resistente (LORENZI, 2014) e sua ocorrência é propícia em solos argilosos (SANTANA, 2010). As inflorescências são em fascículos axilares, com 2-20 flores esbranquiçadas, perfumadas e discretas, formadas nos meses de outubro e novembro (SILVA *et al.*, 2012). A polinização dar-se por abelhas, borboletas e besouros (GOMES *et al.*, 2010). O fruto é classificado como drupa, com forma variável entre globosa a elipsóide, sendo sua superfície lisa e brilhante, coloração roxa escura e polpa suculenta esverdeada (SILVA *et al.*, 2012). Quando maduro, o fruto da quixabeira é do

tipo bacídio, segundo Barroso *et al.* (2004) contendo apenas uma única semente sésil que se encontra envolvida por polpa sucogelatinosa.

A propagação da semente e sua emergência ocorrem entre 30 a 50 dias, sendo classificada como uma semente ortodoxa (PAULINO *et al.* 2011), que para Marcos Filho (2015) significa que a semente mesmo perdendo umidade a valores inferiores a 10%, ainda possui potencial para germinar. A dimensão da semente da quixabeira é comparada por Salis e Crispin (2006) com a dimensão de um grão de café. A temperatura ideal sugerida por Silva *et al.* (2014) para a germinação de *S. obtusifolium* é de 30°C e que a protrusão da radícula ocorre após 144 horas de embebição.

A resistência mecânica do tegumento forma uma barreira para o processo germinativo, a utilização do método de imersão em ácido sulfúrico por 30 minutos pode garantir 70% de germinação das sementes de *S. obtusifolium* (REBOUÇAS *et al.*, 2012).

É o uso medicinal que incentiva a sociedade quanto a manutenção da espécie (TROVÃO *et al.*,2010), atribuindo a *S. obtusifolium* a existência de propriedades adstringentes, tônicas, antiinflamatórias e antidiabéticas (MONTEIRO *et al.*, 2010). Araújo e Fernandes (2005) citam em relatos históricos sobre o cangaço, no qual o grupo de Lampião misturava raspas da madeira de quixabeira com álcool ou cachaça e utilizavam como cicatrizante nos ferimentos, bem como a ingestão da solução, supondo dar ânimo ao ferido. Sua relevância, segundo Nascimento (2013), deve-se ao fato de apesar dos espinhos duros, característica muito comum a espécies da Caatinga, esta árvore alimenta rebanhos com suas folhas e frutos, além de uso medicinal (GUERRA *et al.*, 2010; TROVÃO *et al.*, 2010). O uso madeireiro dar-se principalmente na fabricação de cabos de ferramentas com pás, foice, machado e roçadeira, visto a maior durabilidade e leveza para o manuseio diário (FERRAZ *et al.*,2006).

O desinteresse pelo consumo alimentício da quixabeira se dá pelo tamanho do fruto, o mesmo sendo pequeno, ainda é amargo e tem uma grande quantidade de látex que gruda nos dentes, no entanto atrai pássaros e pequenos ruminantes (PEDROSA, 2012). O consumo *in natura*, conforme Roque (2009) é dado apenas em épocas chuvosas.

2.3. Análise de sementes

A semente, do latim *seminilla*, é a grande responsável pela dispersão no espaço e perpetuação de espécies, sendo resultado da fecundação do óvulo da flor por grãos de pólen via insetos, pássaros, vento e outros agentes (HOPPE *et al.*, 2004).

A semente obteve uma intensificação de comércio a partir do período da revolução industrial, porém a falta de uma padronização e desconhecimento quanto a qualidade da semente levava a problemas no momento da comercialização (CARVALHO E NAKAGAWA, 2012).

Para avaliar a qualidade da semente há testes pré estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que existe desde 1967 normatizando nacionalmente as metodologias através das Regras para Análise de Sementes (RAS). Com a Lei 6.507, de 19 de dezembro de 1977, institucionaliza-se um controle preventivo através de fiscalização e inspeção da produção e comércio de sementes (BRASIL, 1977).

A determinação do teor de água das sementes é um dos testes prescritos nas RAS, sendo essencial para a interpretação e o entendimento dos resultados dos demais testes na área da tecnologia das sementes, visto que a presença de água é responsável por diversos processos fisiológicos.

O principal metabolismo da água é a aceleração da germinação, que intensifica a respiração, por isto a verificação do teor de água é ponto de partida de testes como o de germinação e vigor.

O teste de germinação avalia a qualidade das sementes pelo percentual de plântulas normais em condições favoráveis a seu desenvolvimento (BRASIL, 1992). Já os testes de vigor condiciona condições desfavoráveis para avaliar o potencial em situação de stress. A biometria de frutos e sementes relacionam os caracteres físicos com disponibilidade de material de reserva, que por sua vez tornaria a semente mais vigorosa.

2.3.1. Biometria de frutos e sementes

A descrição das características biométricas de frutos e sementes de cada planta matriz é essencial para o estudo da qualidade fisiológica das sementes. De acordo com Cosmo *et al.* (2009) são estes caracteres morfológicos que além do reconhecimento do desenvolvimento de estágios

iniciais da planta, são também utilizados como ferramentas para a identificação de espécies. Para Araújo *et al.*, (2012) o teste biométrico fornece subsídios para a diferenciação de espécies do mesmo gênero, permitindo também comparações de uma mesma espécie em localidades geográficas diferentes.

A biometria de frutos e sementes é uma técnica bastante utilizada como apoio a outros testes, a exemplo cita-se o de germinação, estudos morfológicos e ecológicos segundo Santos (2016). Já Ferronato *et al.* (2000) citam o melhoramento genético como exemplo para a importância dos estudos biométricos

Sementes que apresentam o acúmulo máximo de matéria seca, conseqüentemente maior peso e tamanho são classificadas por Carvalho e Nakagawa (2012) como sementes mais vigorosas. Sementes maiores, dentro do padrão geral da espécie, seriam mais nutridas durante seu desenvolvimento, teriam maior disponibilidade de substâncias de reserva e conseqüentemente uma melhor formação do embrião (ARAÚJO *et al.*, 2012).

O teste biométrico refere-se à mensuração das formas tanto do fruto quanto da semente, avaliando comprimentos e diâmetros, que reflete a partir destas características um conhecimento novo. Há um valor característico de tamanho e peso dos frutos e sementes para cada espécie, existindo, porém, influência ambiental sobre estes (PAULA, 2007).

As variações ambientais podem influenciar na expressão de determinadas características das espécies vegetais e as diferenciações fenotípicas podem ser verificadas pelos resultados das avaliações biométricas conforme sugerem Botezelli *et al.* (2000). A variabilidade biométrica estaria ligada a disponibilidade de condições ambientais, a exemplo a incidência eletromagnética, estresse hídrico, aumento ou diminuição de temperatura ou características genéticas (SANTOS, 2016).

São várias as aplicações destes testes. Para Carvalho e Nakagawa (2012), as informações referentes a biometria das sementes são usadas como estratégias para uniformização da emergência de plântulas padronização de mudas mais vigorosas.

2.3.2. Germinação de Sementes

O conceito de germinação não é fácil produzir e em diferentes ciências a visão de início e término deste evento pode variar. Do ponto de vista fisiológico, seria sair de um estado de repouso e intensificar a atividade metabólica (BORGES e RENA, 1993).

A germinação dar-se-á pelo fenômeno, no qual, sob condições propícias, o eixo embrionário prossegue o desenvolvimento por ocasião da maturidade fisiológica da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). A germinação é resultado de uma série de fatores, no qual Simoni *et al.* (2011) destacam que as condições encontradas no local onde ocorreu o semeio revelaria o potencial da semente de germinar e a manifestar o seu vigor.

Os estudos realizados com germinação de sementes visam aumentar os conhecimentos fisiológicos e metodológicos, que são subsídios para compreensão das respostas da germinação aos fatores endógenos e ambientais (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Normalmente, o teste de germinação padrão superestima o potencial fisiológico das sementes por ser realizado sob condições ambientais favoráveis. Nesse sentido, Torres (2002) explica que em condições naturais as sementes podem não expressar todo o seu potencial fisiológico, por conta das variações de umidade no solo, radiação e competição, essas variações somadas a desorganização celular culminam na perda da germinação em campo.

A água é um fator exógeno imprescindível, tendo em vista que a germinação se inicia com a absorção por meio de embebição, que gera outros mecanismos metabólicos. A água também atua no amolecimento do tegumento permitindo a transferência de nutrientes solúveis e favorecendo a entrada de gases (Toledo e Marcos Filho 1977). O tempo de absorção da água é distinto entre certas espécies, porque além de sua própria natureza, quando a temperatura é mais alta, a absorção pode ser maior (CHING, 1972).

A disponibilidade luminosa é outro fator ambiental que deve condicionar as características das espécies, visto que o perfil de fotoblastias pode ser positiva, negativa ou neutra. A incidência eletromagnética não é suficiente para descrever se esta é suficiente. Segundo Nassif *et al.* (1998) deve-se existir uma qualidade de luz, relacionado a irregularidade de tempo de exposição; além de contribuir diretamente no fator temperatura.

Além das condições exógenas disponíveis para a semente, as condições endógenas como maturidade, formação do embrião, e idade da semente, também podem contribuir com a ocorrência ou não da germinação.

A morfologia típica da espécie também deve ser analisada, a exemplo o tegumento, que como órgão que protege o conteúdo interno, por outro lado ele age como regulador da germinação, sendo por vezes impermeáveis a entrada de água, oxigênio e gás carbônico; como também pode bloquear a ação de fitormônios inibidores e promotores da germinação.

2.3.3. Testes de Vigor em Sementes

O princípio dos testes de germinação é a disponibilização de condições ótimas para se avaliar o desempenho da semente na produção de plântulas normais (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), no entanto, no campo nem sempre as sementes vão receber condições ideais, e neste caso não correspondendo a resultados reais.

Os testes de vigor conferem o potencial para germinar e emergir sementes e plântulas normais, respectivamente, sob uma ampla diversidade de condições (MARCOS FILHO, 2015). Sendo a proposta da avaliação do vigor, inserir condições consideradas não ideais ao seu desenvolvimento, gerando informações para a compreensão do potencial fisiológico.

O sucesso de uma produção agrícola tratada pelo aspecto da semente deve-se a qualidade de seu potencial fisiológico e são os testes de vigor que selecionam os melhores lotes para a comercialização (SILVA *et al.*, 2010). A partir de um programa de controle de sementes que estima informações sobre a detecção de problemas durante o processo produtivo e o desempenho da própria semente (COSTA *et al.*, 2008).

Para a Association of Official Seed Analysts - AOSA (2002), o vigor de sementes seria um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência e o rápido desenvolvimento de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições ambientais.

Além da própria semente, Carvalho e Nakagawa (2012) citam elementos influenciadores na qualidade fisiológica: o vigor da própria planta-mãe, as condições climáticas na maturação, danos mecânicos e ação de insetos e

microorganismos, teor de água, temperatura, embalagem e tempo de armazenamento.

Há vários tipos de testes de vigor, sendo classificados, segundo Carvalho e Nakagawa (2012), entre testes diretos e indiretos; os diretos são quando há a simulação de condições adversas passíveis de ocorrer no campo; já os indiretos relacionam o vigor com atributos físicos, biológicos e fisiológico das sementes.

2.3.4. Desempenho das plântulas

A compreensão do desempenho de uma plântula é um indicativo do vigor de uma semente e também um relevante instrumento para o estudo da adaptação de plantas em diferentes condições ambientais (AUMONDE *et al.*, 2011).

Existe uma diversidade de testes de vigor que conferem dos resultados observados pelas plântulas o potencial da semente, através de experimentos em laboratório, como exemplo podem ser citados a velocidade de germinação, primeira contagem do teste de germinação, comprimento das plântulas, peso da massa seca das plântulas. Já para experimentos de campo, podem ser citados como exemplo: porcentagem de emergência de plântulas, velocidade de emergência de plântulas, altura de plântulas e peso da massa fresca das plântulas (MARCOS FILHO, 2015).

O princípio geral seria que, quanto maior a velocidade de germinação/emergência e quão maior são os valores da mensuração de comprimento de plântula, peso de massa fresca e seca das plântulas, maior é o vigor da semente (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

2.3.5. Emergência de plântulas

Os resultados elevados de germinação podem não significar necessariamente que os lotes de sementes possuem alto vigor, sabendo-se que o teste de germinação é conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e luminosidade, permitindo ao lote expressar o potencial máximo para produzir plântulas normais (MARCOS FILHO, 2015).

O oferecimento de condições adequadas de luz, umidade e oxigênio, segundo Araújo e Paiva Sobrinho (2011), contribui nos melhores índices de

emergência e a escolha de um bom substrato é deveras importante. Em estudos com a *Cassia grandis* L., Leal *et al.* (2016) sugeriram a mistura de terra vegetal e outros compostos orgânicos para a obtenção de resultados superiores quanto a emergência, massa seca da parte aérea, comprimento da parte aérea, massa seca da raiz e comprimento da raiz.

Os fatores que venham a contribuir na ocorrência da emergência de plântulas são de grande variabilidade. Em espécies florestais, Silva *et al.* (2009) relatam que a posição da semente no momento do semeio pode elevar não apenas a taxa de emergência, mas também a germinação e crescimento inicial das plântulas.

Uma característica muito recorrente em espécies florestais é a dormência secundária, e técnicas de superação desta contribuem na aceleração e uniformização da germinação das sementes e emergência de plântulas. Este foi o caso de *Schizolobium amazonicum*, no qual Dapont *et al.* (2014) atuaram perfurando o tegumento, imergindo em água a 100°C e escarificando a esmeril, eliminando assim a dormência tegumentar, contribuindo conseqüentemente no desenvolvimento das plântulas.

2.3.6. Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica é classificado por Pinto *et al.* (2016) como um dos métodos mais rápidos e eficientes para avaliar a qualidade de sementes. Este está diretamente relacionado ao processo de deterioração da semente, que por sua vez, é inversamente proporcional ao vigor.

É considerado um teste que analisa de forma indireta o grau de estruturação do sistema celular das sementes (VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999), observando a quantidade de íons lixiviados durante o tempo de embebição, os resultados são avaliados de forma inversa, no qual quanto menor for o resultado da condutividade melhor será o vigor presente neste lote de sementes, comprovando a integridade das membranas celulares. Por outro lado, quando o resultado for alto comparado com outros lotes de sementes, significa que estas sementes estão bastante deterioradas, com baixo vigor.

A observação do vigor na perspectiva deste teste é quando as sementes apresentam desorganização na estrutura das membranas celulares, a partir da

aceleração da lixiviação de solutos (exemplo açúcares, enzimas, ácidos graxos etc.) (MARCOS FILHO *et al.*, 1999).

A desestruturação das membranas, segundo Sabonaro *et al.* (2017), provoca reflexos quanto à capacidade de regular o fluxo da água e solutos nas membranas. Sendo assim, baixos valores de condutividade significam alta qualidade da semente e altos valores de condutividade significam que as sementes estão menos vigorosas (VIEIRA, 1994; VIEIRA e KRZYZANOWSKI, 1999; PANOBIANCO e MARCOS FILHO, 2001).

2.4. Geoprocessamento

Na busca de soluções operacionais para as análises ecológicas, o geoprocessamento, enquanto um conjunto de tecnologias surge como uma ferramenta valiosa, o qual nasceu de modelagens de apoio a Geodésia. A Geodésia é definida como a ciência que se ocupa da determinação da forma e das dimensões terrestre e com informações de natureza geográfica (DAVIS, 2001).

O uso do geoprocessamento deixou de ser dúvida quando Câmara e Davis (2001) resumiram na frase que se tornou clássica: “Se onde é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”. O geoprocessamento utiliza geotecnologias como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto, Aerofotogrametria e outras formas de mapeamento.

Um exemplo da expansão do uso do geoprocessamento na agricultura foi a criação da Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão (CBAP) pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2012. Definida como um sistema de gerenciamento agrícola baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva, visa o aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e à minimização do efeito ao ambiente (BRASIL, 2012).

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode ser conceituado na visão de sistema ou de *software*. Como sistema, o SIG tem o objetivo de integrar numa única base de dados às informações espaciais provenientes de dados cartográficos, já os *softwares* de SIG combinam as várias informações, através de algoritmos de manipulação para gerar mapeamentos derivados,

além de consultar, visualizar e plotar o conteúdo de bases de dados geocodificados (CAMARA e ORTIZ, 2015).

A implementação de *softwares* de SIG trata a informação espacial (latitude, longitude e altitude) de forma gerenciada, com dados relativos a um determinado fator, e converte a informação espacial e temporal georreferenciadas em dados alfanuméricos (SANTOS, 2012), isto é, o SIG é capaz de observar a localização e uni-la a um banco de dados (BD) com descrição daquele alvo. Neste contexto, se torna capaz de posicionar com receptor-GPS uma planta matriz, de qualquer espécie, e após testes efetuados em laboratório, migrá-los para este ambiente computacional.

Os *softwares* de SIG buscam encontrar padrões espaciais, observar as mudanças ao longo do tempo e planejar alternativas de campo e formular políticas de mitigação de efeitos negativos (RODRIGUEZ-BACHILLER E WOOD, 2009). São as análises multicritério que consultadas nos *softwares* de SIG ajudam a resolver um processo decisório, que se constitui em um sistema de apoio à decisão, com base na combinação de uma série de variáveis ou critérios, segundo diferentes métodos (FALCÃO, 2013).

O SQL (*Structured Query Language*) ou linguagem de consulta estruturada é o ambiente onde são construídos termos de comando para o banco de dados no *software* de SIG. Por exemplo, deseja-se saber quais matrizes encontram-se com valores de germinação maiores que 30%; gera-se uma linguagem de programação própria, germinação ≥ 30 , no qual é feito as buscas em banco de dados das matrizes que atendem as condições requeridas.

A análise integrada utilizando ferramentas do geoprocessamento nas pesquisas de Facco *et al.*, (2016) evidenciou os processos de manutenção, regeneração florestal e desmatamento, ocorridos durante 29 anos (entre 1985 e 2014) no município de Nova Palma - Rio Grande do Sul, que sem uso de tecnologias para a observação integrada dos resultados, seria um processo mais lento.

Para o estudo de uso do solo, Silva *et al.* (2013) retrata que mediante técnicas de análises espaciais, a tomada de decisão se torna mais rápida e fácil nas mais variadas escalas.

Os cálculos de área e distâncias, num SIG, ajudam o usuário a analisar espacialmente o meio, como o caso do diagnóstico ambiental proposto por Silva *et al.* (2016), que observou inadequação quanto a lei nº12.651 de 2012 na bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, no município de Brotas - SP, visto que 32,1% das APPs (Áreas de Preservação Permanente) encontram-se ocupadas por cultivos agrícolas, pastagens e solo exposto.

Os *softwares* de SIG podem ser proprietários quando se faz necessária licença de uso, ou *software* livre que são gratuitos e de código aberto, ou seja, sem a necessidade de efetuar pagamento pela licença e dando oportunidade ao programador de efetuar mudanças em sua interface gráfica. De acordo com Oliani *et al.* (2012), a disponibilidade de um *software* livre diminui as condições orçamentárias de um projeto e atende as necessidades da pesquisa.

A disponibilidade de *softwares* com interface gráfica amigável é uma das preocupações, sendo o Qgis um tipo de *software* de SIG livre com estas características, além de ser multiplataforma (Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android), possui como uma das principais funcionalidades o poder de visualizar, gerenciar, editar, analisar os dados e compor mapas impressos (QGIS BRASIL, 2017).

Quando os dados do SIG precisam ser visualizados por mais de um usuário, institui-se um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) que armazena os dados em arquivos no disco rígido e prepara para a manipulação multiusuário. De acordo com Câmara *et al.* (2001) o SGBD deve assegurar três requisitos importantes: integridade (controle de acesso por vários usuários); eficiência (acesso e modificações de grande volume de dados) e persistência (manutenção de dados por longo tempo), independente dos aplicativos que dão acesso aos dados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

A análise espacial de dezesseis plantas matrizes de *S. obtusifolium* foi realizada na área rural do município de Boa Vista - PB (figura 1), que faz fronteira com os municípios de Campina Grande, Poço das Antas, Soledade, Gurjão, São João do Cariri, Cabaceiras, Boqueirão e Caturité, e distante aproximadamente 152 Km da capital, João Pessoa.

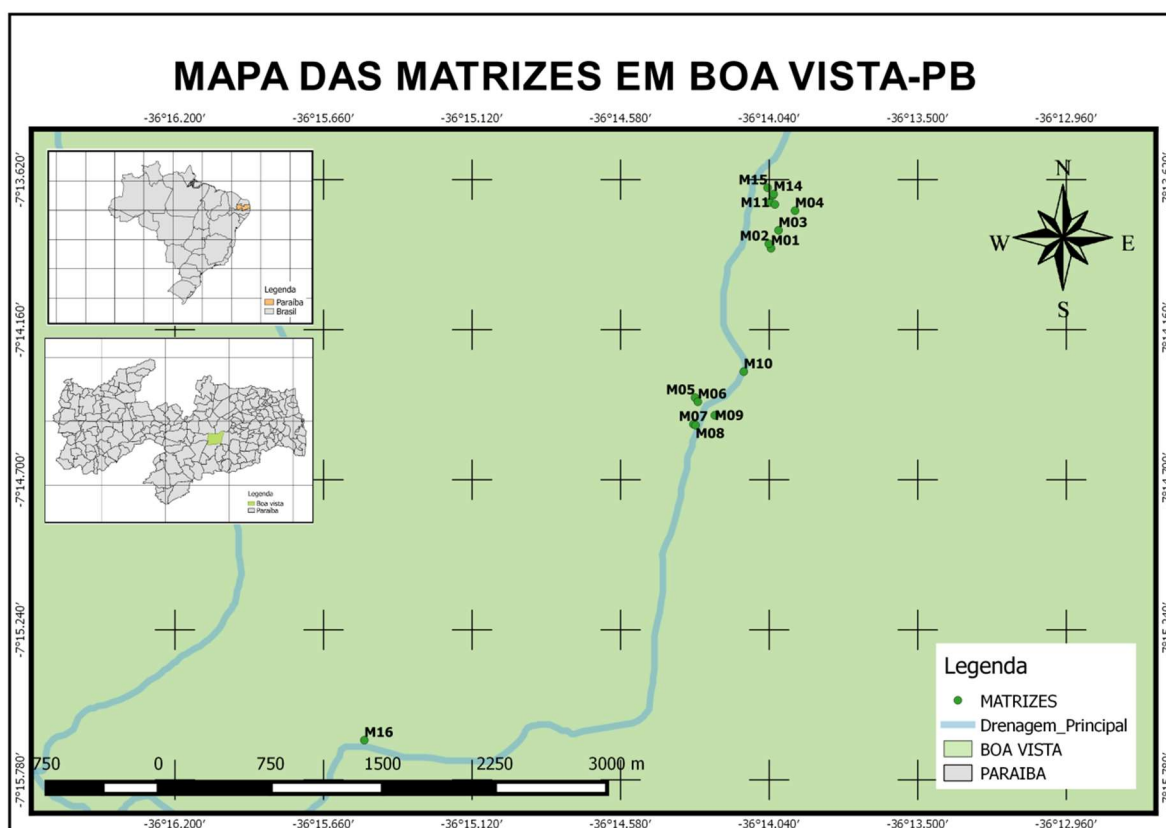


Figura 1. Mapa de localização das matrizes na área de estudo, município de Boa Vista/PB, Brasil.

O clima do município é classificado por Köppen (1948) como quente e seco, do tipo semiárido, subtipo BSh, com precipitação pluviométrica média anual de 416 mm/ano (AESAs, 2015), e em 2012 foi de apenas 199,6 mm (AESAs, 2013). A área de estudo fica em uma região caracterizada por chuvas escassas e fraca amplitude térmica, com uma estação seca que pode atingir 11 meses. A temperatura máxima é de 31°C e mínima de 16,7°C, com pequenas variações e umidade relativa do ar em torno de 65% (AESAs, 2015).

O potencial hidrogeológico da cidade de Boa Vista é definido como fraco, visto a deficiente circulação das águas subterrâneas, inserida nas características do clima semiárido, que conseqüentemente, provoca taxas elevadas de salinidade nas águas (CPRM, 2004).

O município encontra-se na unidade geoambiental definida como Planalto da Borborema, e topografia classificada como Montanhosa escarpada ou Plana a ondulada.

A área de estudo encontra-se no bioma Caatinga com vegetação do tipo hiperxerófila em florestas subcaducifólia e caducifólia. Segundo a classificação de Andrade Lima (1981) que definiu em unidades de vegetação e tipos de comunidades da Caatinga, e a localidade descrita por unidade VI (Tipo de vegetação 12) de floresta ciliar ao longo dos cursos de água.

Além da quixabeira, outras espécies foram registradas na área de estudo por Nascimento e Oliveira (2005) e Agra *et al.* (2007), dentre as quais podemos destacar: angico (*Anadenanthera colubrina var. cebil* (Griseb.), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), braúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz), pereiro (*Aspidosperma pyriformium* Mart.), umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e xique-xique (*Pilosocereus gounellei* Weber).

A paisagem da área de estudo inclui solos rasos, com quatro grupos de solos encontrados: o Neossolo Regolítico Eutrófico, Neossolo Litólico Eutrófico, Luvisso Crômico Órtico, porém no local de estudo é encontrado o solo tipo Planossolo Nátrico Órtico.

3.2. Parâmetros analisados

A escolha das dezesseis plantas matrizes, descritas na tabela 1, utilizadas para esta pesquisa foi dada pela disponibilidade de frutos, bem como seguindo a recomendação de Kageyama e Gandara (2003), que a coleta de sementes deve existir em pelo menos 12 ou 13 plantas matrizes, e de Paula (2007), que sugere evitar a coleta em árvore isolada, tanto natural quanto plantada.

Quadro 1. Caracterização local das matrizes. Município de Boa Vista/PB, Brasil.

MATRIZ	DESCRIÇÃO
M01	Encontra-se a aproximadamente 56 metros da margem do Rio Boa Vista.
M02	A mesma deveria compor um ambiente florestado porque se distancia 40 (quarenta) metros da margem do Rio Boa Vista, além da existência de um pequeno corpo d'água intermitente a uns 35 metros.
M03	Distante 50 metros de corpo d'água intermitente. Esta matriz encontrava-se parcialmente sombreada por outra espécie de maior porte e solo intensamente arenoso.
M04	O ambiente têm características de estágio de desertificação, distante 102 metros de corpo d'água intermitente e 260 metros do Rio Boa Vista.
M05	Distante 30 (trinta) metros da matriz M06 e aproximadamente 80 metros do Rio Boa Vista.
M06	O local deveria ser uma área de preservação permanente, distante menos de 50 metros do Rio Boa Vista.
M07	A 33 metros do Rio Boa Vista, com solo em condições de desertificação.
M08	Distante 18 metros do Rio Boa Vista, a matriz possui solo em características de desertificação.
M09	Distante 87 metros da margem do rio é um ambiente livre; há fatores como a exemplo o vento, que atua no ressecamento do solo, aumentando as taxas de transpiração nesta matriz, bem como uma maior incidência a radiação eletromagnética.
M10	A 49 metros de distância do Rio Boa Vista, ou seja, dentro de um região de área de preservação permanente.
M11	Encontra-se a 38 metros de distancia da Matriz M12; está em clareiras disponíveis para trânsito de pessoas dentro da propriedade.
M12	Outra lateral de acesso de pessoas, juntamente com a M11.
M13	De tão próxima, a Matriz M13 está unida pelos galhos com a Matriz M14 ; a 140 metros do Rio Boa Vista. estando num solo arenoso de quase nenhuma vegetação rasteira, e a margem de clareiras para trânsito na propriedade.
M14	É sombreada pela matriz M13; e de mesma característica da matriz anterior.
M15	Está a 18 metros do Rio Boa Vista, estando esta matriz sombreado outra de espécie distinta
M16	É uma matriz localizada em sentido oposto as demais, encontrando-se em trânsito de acesso a diversas propriedades, com solo é composto por vegetação rasteira

A colheita dos frutos ocorreu entre a última semana do mês de fevereiro e início do mês de março de 2012. As análises ocorreram no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), em Areia - PB.

Os frutos foram retirados da copa das plantas matrizes e armazenados em sacos de polietileno para o transporte até o laboratório, onde foram

realizados os testes biométricos de frutos e sementes, bem como os testes de germinação e vigor, seguindo critérios previstos nas Regras para Análises de Sementes (RAS) e conforme o fluxograma a seguir.

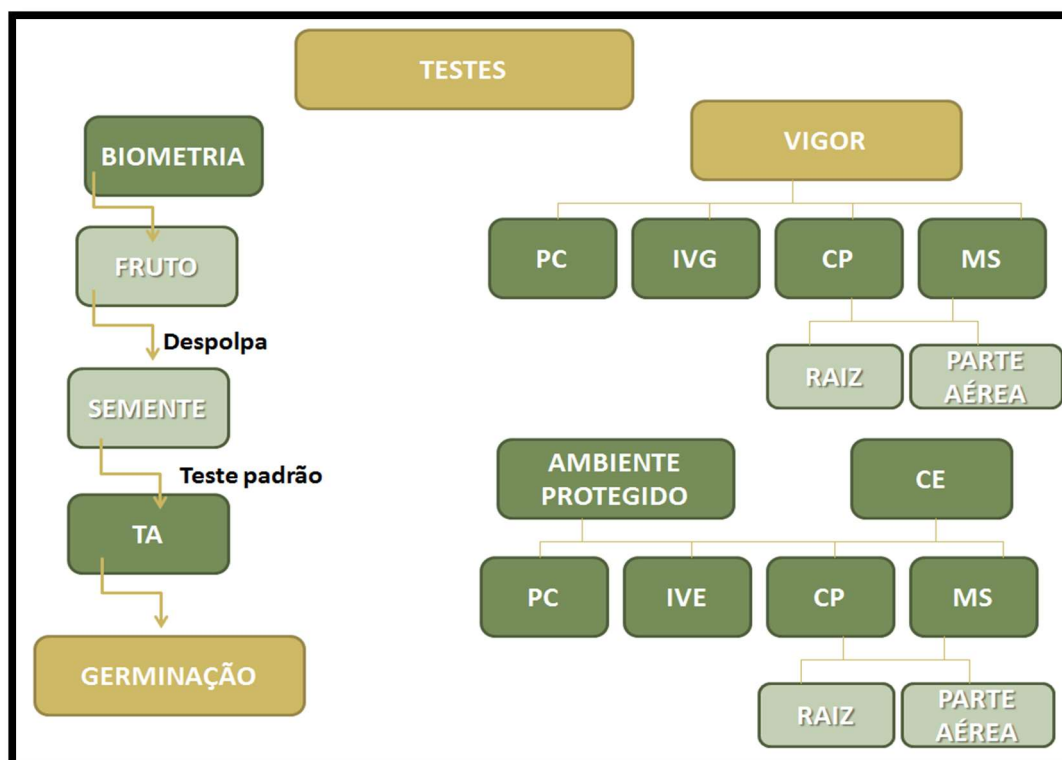


Figura 2. Fluxograma da análise de semente. TA – Teor de Água; PC – Primeira contagem; IVG – Índice de velocidade de germinação; CP – Comprimento de plântula; MS - Massa Seca.

3.2.1. Biometria de frutos e sementes

Os testes biométricos para os frutos foram executados individualmente por planta matriz. Foram aferidos os valores de comprimento e diâmetro de 100 frutos com auxílio de um paquímetro digital, de precisão de 0,1 mm, cujos resultados foram expressos em milímetros, bem como, a pesagem em balança de precisão de 0,001 g, e os resultados foram expressos em gramas.

A etapa seguinte foi o repouso dos frutos em sacos plásticos por 72 horas para o processo de fermentação como forma de facilitar a despolpa, que foi realizada manualmente, separando as sementes dos frutos, as quais foram lavadas em água corrente e colocadas para secar em papel toalha. De posse das sementes limpas e secas, as mesmas foram submetidas às avaliações biométricas do comprimento e diâmetro com auxílio de paquímetro digital, sendo os resultados expressos em milímetros, bem como o peso, realizado com auxílio de balança digital, e os resultados expressos em gramas.

3.2.2. Teor de água

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa à $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas de acordo com Brasil (2009), porém com algumas modificações, uma vez que as regras não prescrevem este teste especificamente para a espécie utilizada nesta pesquisa. Utilizou-se recipientes metálicos previamente limpos e secos em estufa à $105^\circ\text{C}/24$ horas. As sementes coletadas foram colocadas dentro desses recipientes metálicos em uma quantidade que cobria o fundo do recipiente, constando de quatro repetições para cada planta matriz. Estes recipientes foram colocados abertos em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, após esse período os recipientes foram retirados da estufa, tampados e colocados em dessecador de vidro com sílica gel para que ocorresse a estabilização da temperatura da massa de sementes. Em seguida, os recipientes foram pesados com auxílio de balança analítica com precisão de 0,001g, os resultados foram expressos em % na base úmida.

Fórmula: $\text{TA (\%b.u)} = (\text{massa de água/massa total}) \times 100$

3.2.3. Teste de Germinação

O teste foi conduzido em câmaras de germinação do tipo B.O.D. (Demanda biológica de oxigênio), reguladas a temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 8/16 horas de luz e escuro, e utilizadas 200 sementes, distribuídas em oito repetições de 25 sementes para cada planta matriz. As sementes foram escarificadas com lixa d'água nº 80 do lado oposto a micrópila e em seguida tratadas com fungicida Captan[®] na concentração de 240 g para cada 100 kg de sementes e distribuídas entre o substrato vermiculita, previamente esterilizado em autoclave a 120°C durante uma hora e meia, dispostas em caixas acrílicas transparentes (gerbox) com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm.

As avaliações do número de sementes germinadas foram efetuadas diariamente, até a estabilização da germinação, sendo os resultados expressos em porcentagens de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.2.4. Teste de Emergência

O teste de emergência foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) e utilizadas 200 sementes, distribuídas em oito repetições de 25 sementes para cada planta matriz. As sementes foram escarificadas com lixa d'água n° 80 do lado oposto a micrópila e em seguida tratadas com fungicida Captan® na concentração de 240 g para cada 100 kg de sementes e distribuídas entre o substrato vermiculita, previamente esterilizado em autoclave a 120 °C durante uma hora e meia, dispostas em bandejas plásticas com dimensões de 45 x 30 x 11 cm, comprimento, largura e espessura, respectivamente.

As avaliações do número de plântulas emergidas foram efetuadas diariamente, até a estabilização da emergência, com os resultados expressos em porcentagens de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.2.5. Primeira contagem de germinação e emergência

A primeira contagem de germinação foi realizada aos 32 dias após a semeadura, quando se observou uniformidade entre as repetições de sementes com raízes protruídas.

A primeira contagem de emergência também foi realizada aos 32 dias após a semeadura, quando se observou uniformidade entre as repetições de plântulas que apresentavam a parte aérea emergida. Para ambos os testes, os resultados expressos em porcentagens de plântulas normais.

3.2.6. Índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE)

Os testes de índice de velocidade de germinação (IVG) e de emergência (IVE) foram realizados simultaneamente com os testes de germinação e emergência respectivamente, nos quais as sementes germinadas e plântulas emergidas foram contabilizadas diariamente e os valores divididos pelo número de dias após a semeadura, tal qual a fórmula descrita por Maguire (1962), onde:

$$- IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n,$$

G_1, G_2, G_n = número de sementes germinadas na primeira, segunda, até a última contagem e N_1, N_2, N_n = número de dias após o semeio desde a primeira, segunda, até a última contagem.

$$- IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n,$$

E_1, E_2, E_n = número de plântulas emergidas na primeira, segunda, até a última contagem e N_1, N_2, N_n = número de dias após o semeio desde a primeira, segunda, até a última contagem.

3.2.7. Comprimento de plântulas

Ao final dos testes de germinação e de emergência, as plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros (cm), medindo-se as raízes e a parte aérea separadamente, obtendo-se dois valores para cada plântula, os resultados foram expressos em cm/plântula.

3.2.8. Massa seca de plântulas

As raízes e parte aérea das plântulas medidas anteriormente foram colocadas em sacos de papel tipo Kraft e levadas à estufa regulada a 65 °C, até o momento em que atingiram o peso constante (24 horas), após esse período as embalagens de papel contendo as raízes e parte aérea das plântulas foram pesadas com auxílio de balança analítica com precisão de 0,001 g, os resultados foram expressos em g plântula⁻¹. Metodologia baseada em Vieira e Carvalho (1994).

3.2.9. Condutividade Elétrica

Para o teste de condutividade elétrica utilizou-se quatro repetições com 25 sementes, cuja massa de matéria fresca foi determinada em balança analítica com precisão de 0,001 g, submetendo as sementes a embebição em 75 mL de água destilada e deionizada, em copos plásticos tampados com volume máximo de 200 mL no ambiente de câmara B.O.D. regulada a 25°C.

Após cada período de embebição, a condutividade elétrica da solução foi determinada por meio de seis leituras em condutivímetro TECNAL Tec-4MP, por períodos de 2, 4, 6, 12, 24 e 48 horas, com os resultados expressos em $\mu \cdot \text{cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente, cuja metodologia foi adaptada de Vieira e Krzyzanowski (1999).

As sementes retiradas desta avaliação foram postas para secar em bandeja e papel toalha por 48 horas, escarificadas com lixa d'água n° 80 do lado oposto a micrópila e em seguida tratadas com fungicida Captan®, e

submetidas ao teste de germinação conduzido em câmaras de germinação do tipo B.O.D., reguladas a temperatura constante de 30 °C e fotoperíodo de 8/16 horas de luz e escuro. Distribuídas entre o substrato vermiculita, previamente esterilizado em autoclave a 120 °C durante uma hora e meia, dispostas em caixas acrílicas transparentes (gerbox) com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm.

As avaliações do número de sementes germinadas foram efetuadas diariamente, até a estabilização da germinação, sendo os resultados expressos em porcentagens de plântulas normais (BRASIL, 2009).

3.3. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado para os testes de teor de água, germinação, emergência, primeira contagem de germinação e emergência, índice de velocidade de germinação e emergência, comprimento de plântulas e massa seca das raízes e parte aérea foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições e os resultados submetidos à análise de variância, com agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O delineamento experimental utilizado para o teste de condutividade elétrica foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições em esquema fatorial 6 x 1 (períodos de embebição e volume de água de embebição), estando os resultados submetidos à análise de variância e regressão polinomial.

O *software* utilizado para a classificação de médias foi o Sisvar.

3.4. Sistema de Informação Geográfica – SideroxSIG

Para avaliar espacialmente as plantas matrizes foi proposto o uso do *software* Qgis, com projeto denominado de SideroxSIG, que segue um fluxograma metodológico (figura 3).

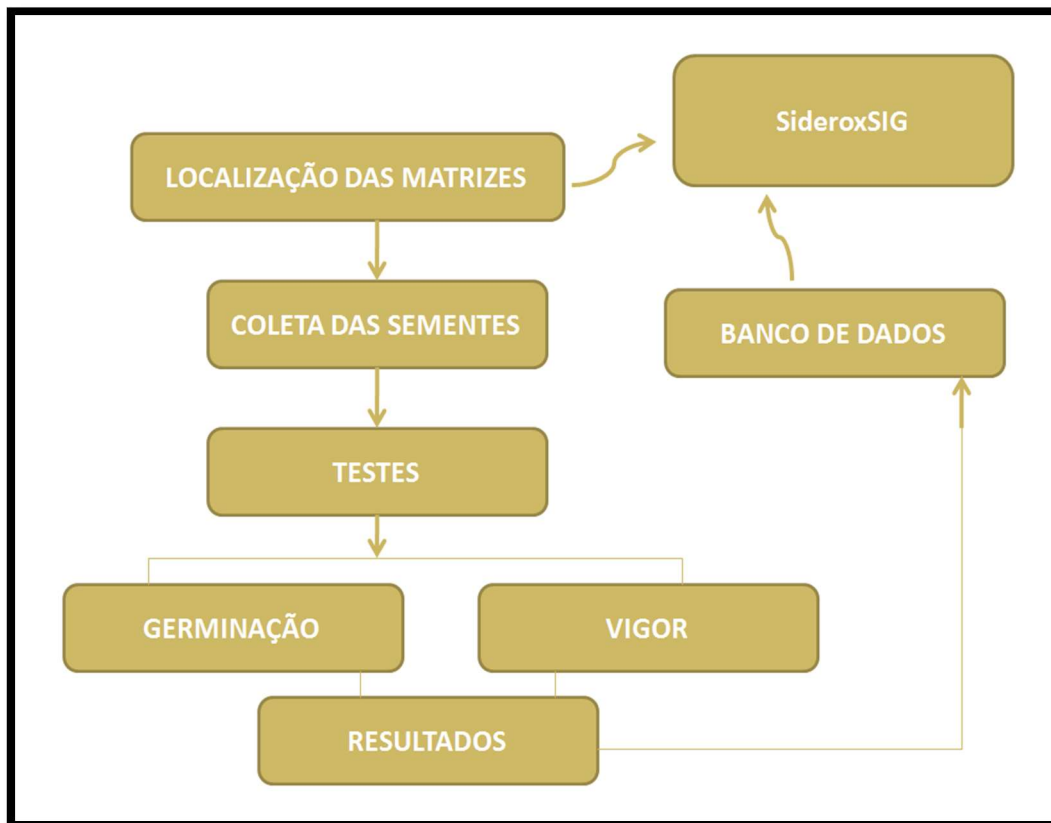


Figura 3. Fluxograma metodológico

A primeira etapa foi a localização das matrizes com receptor-GPS (Sistema de Posicionamento Global) do tipo GPSMAP 60CSx que ocorreu no momento da coleta dos frutos da quixabeira.

O processamento dos dados geográficos ocorreu em *software* específico para tratamento de informação espacial, o *Track Maker*, com o objetivo de possibilitar a comunicação entre os dados coletados pelo receptor GPS em campo com o computador. No apêndice 1 (tutorial 01) há um tutorial quanto ao descarregamento dos pontos do receptor-GPS e tratamento dos dados primitivamente.

Os resultados dos testes foram tabulados em planilha de Excel e salvos na maneira adequada a se adaptar ao banco de dados, conforme apêndice 2 (tutorial 02).

O *software* SIG utilizado foi o QGIS 2.10.1 Pisa, por ser um *software* livre, ter excelentes ferramentas de análise espacial, além de interface gráfica amigável. Neste, foi unido (*join*) os pontos de receptor-GPS com o banco de dados, no apêndice 3 (tutorial 03).

Para a criação do SIG foram utilizados bases cartográficas (apêndice 4 – tutorial 04) em formato *shapefile*, disponibilizadas por órgãos como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e o Ministério do Meio Ambiente, estas foram tratadas no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000, cujo objetivo é diminuir os erros de esfericidade.

No ambiente SIG, os dados espaciais (latitude, longitude e altitude) de cada planta matriz de quixabeira foram importados para o SIG diretamente, enquanto o banco de dados alfanuméricos (figura 4), produzido pelos dados de laboratório, foi importado em planilha Excel, alterando suas integridades (texto, valores reais ou inteiros).

MATRIZ	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE	COMPFRUT	DIAMFRUT	PESOFRUT	COMPSEM	DIAMSEM	PESOSEM	GERMB	TA	PC_BOO	
0	M01	469.490000	-7,23111564293...	-36,2338892463...	11.220000	9.327500	0.664250	7.830000	4.477500	0.109000	37.50000	7.6000000	29.0000000000
1	M02	475.490000	-7,23084574565...	-36,2340208422...	13.397500	9.542500	1.046500	11.262500	5.185000	0.166000	25.50000	6.6650000	12.0000000000
2	M03	487.030000	-7,23003714345...	-36,2334331031...	10.960000	8.752500	0.675250	8.272500	4.762500	0.103000	37.50000	6.6725000	15.0000000000
3	M11	499.530000	-7,22836336120...	-36,2339758314...	10.395000	9.057500	0.903250	9.440000	5.300000	0.142500	34.50000	7757.0000000	23.0000000000
4	M13	500.010000	-7,22794661298...	-36,2337859813...	12.147500	10.602500	1.187750	9.182500	5.847500	0.155000	39.50000	6.9275000	22.5000000000
5	M14	497.840000	-7,22786388359...	-36,2337314151...	11.637500	9.117500	0.689250	8.565000	4.597500	0.093750	32.00000	7.2500000	19.7500000000
6	M15	496.880000	-7,22748460248...	-36,2340958602...	10.297500	8.842500	0.745250	9.095000	5.562500	0.137000	25.00000	6.6925000	18.0000000000
7	M05	494.480000	-7,24007153883...	-36,2384912464...	11.472500	9.362500	0.940750	8.785000	5.355000	0.135250	37.50000	7.0150000	46.0000000000
8	M06	496.160000	-7,240320565179...	-36,2383223511...	11.352500	10.065000	0.899750	8.347500	5.250000	0.124750	32.50000	7.2175000	30.0000000000
9	M07	496.640000	-7,24166703410...	-36,2385924160...	11.620000	10.145000	1.067500	8.895000	5.800000	0.161250	44.00000	8.3575000	22.0000000000
10	M08	497.600000	-7,24172989837...	-36,2384570483...	13.270000	9.722500	1.153250	10.385000	5.580000	0.168250	20.50000	7.8075000	6.0000000000
11	M04	493.760000	-7,22859988997...	-36,2324339803...	10.477500	8.797500	0.537750	7.207500	4.350000	0.065250	46.00000	7.2700000	54.0000000000
12	M09	499.290000	-7,2411321848631...	-36,2372925505...	14.512500	12.787500	2.187250	10.660000	6.062500	0.215250	26.50000	7.9200000	5.7500000000
13	M10	499.770000	-7,23851275630...	-36,2355389725...	11.255000	11.072500	1.162000	7.775000	5.637500	0.127250	11.50000	7.1800000	10.5000000000
14	M12	496.640000	-7,22848632372...	-36,2336532957...	10.850000	9.260000	0.844500	7.125000	4.405000	0.073000	39.00000	7.1675000	32.2500000000
15	M16	491.120000	-7,26067794486...	-36,2586472090...	12.090000	10.372500	1.291000	8.010000	5.677500	0.125250	17.50000	7.3075000	17.7500000000

Figura 4. Layout tabela de atributos no Qgis.

3.4.1. Análises Espaciais Multicritérios

Alguns testes foram executados mais de uma vez, mas com algumas diferenças; e a análise multicritério sugere avaliar qual melhor planta matriz sob a ótica dos mesmos testes aplicados nestas condições distintas.

Para a análise espacial multicritério se faz necessário padronizar um modelo de consulta e deve-se levar em consideração o agrupamento estatístico, avaliado a partir das médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Como não foi encontrada nenhuma pesquisa com mesmas características de banco de dados, o padrão foi definido por: valores \geq (maiores ou iguais) do menor valor, do segundo agrupamento (b) estatístico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Testes de qualidade de sementes

4.1.1. Biometria e peso de frutos e sementes

Na biometria dos frutos de *S. obtusifolium* os valores para o comprimento variaram entre 10,17 e 15,09 mm, com moda de 11,25 mm e média 11,75 mm, enquanto que para o diâmetro a variação foi de 8,46 a 13,07 mm, com valor modal de 9,1 mm. O peso dos frutos variou de 2,23 e 0,51 g.

Em estudos biométricos de frutos realizados por Silva *et al.* (2014) com plantas matrizes da mesma espécie, mostraram resultados próximos aos desse estudo, com média de 12,21 mm de comprimento, 9,73 mm para o diâmetro e 1,12 g para o peso.

Os frutos da planta matriz M09 obtiveram as maiores dimensões com comprimento de 14,51mm, diâmetro de 12,79mm e peso 2,19g (Tabela1). Esta matriz localiza-se isolada em relação as demais espécies em campo.

Tabela 1. Biometria de frutos de *Sideroxylon obtusifolium* provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista /PB, Brasil..

Matrizes	Comprimento	Diâmetro	Peso (g)
	mm		
M01	11,22 d	9,33 f	0,66 h
M02	13,40 b	9,54 e	1,05 d
M03	10,96 e	8,75 g	0,67 h
M04	10,48 f	8,80 g	0,54 i
M05	11,47 d	9,36 f	0,94 e
M06	11,35 d	10,06 d	0,90 e
M07	11,62 d	10,14 d	1,07 d
M08	13,27 b	9,72 e	1,15 c
M09	14,51 a	12,79 a	2,19 a
M10	11,25 d	11,07 b	1,16 c
M11	11,39 d	9,06 f	0,90 e
M12	10,85 e	9,26 f	0,84 f
M13	12,15 c	10,60 c	1,19 c
M14	11,64 d	9,12 f	0,69 h
M15	10,30 f	8,84 g	0,74 g
M16	12,09 c	10,37 c	1,29 b

Médias seguidas, por uma mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

As plantas matrizes M04 e M15 foram aquelas com os menores valores para comprimento, diâmetro e peso dos frutos.

Quanto a biometria das sementes de quixabeira, foi registrada uma média de 8,8mm para o comprimento, 5,24mm para o diâmetro e 0,131g para o peso. A maior expressão também foi obtida pela planta matriz M09, com 6,06 mm de diâmetro 0,215 g de peso, enquanto que o maior comprimento das sementes (11,26 mm) foi proveniente da planta matriz M02 (Tabela 2).

Tabela 2. Médias biométricas de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* provenientes de diferentes plantas matrizes do município de Boa Vista /PB, Brasil.

Matrizes	Comprimento	Diâmetro	Peso (g)
	mm		
M01	7,83 j	4,48 h	0,109 h
M02	11,26 a	5,18 e	0,166 b
M03	8,27 h	4,76 f	0,103 i
M04	7,21 k	4,35 h	0,065 l
M05	8,78 f	5,35 d	0,135 f
M06	8,35 h	5,25 e	0,125 g
M07	8,90 f	5,80 b	0,161 c
M08	10,39 c	5,58 c	0,168 b
M09	10,66 b	6,06 a	0,215 a
M10	7,78 j	5,64 c	0,127 g
M11	9,44 d	5,30 d	0,142 e
M12	7,12 k	4,40 h	0,073 k
M13	9,18 e	5,85 b	0,155 d
M14	8,56 g	4,60 g	0,094 j
M15	9,09 e	5,56 c	0,137 f
M16	8,01 i	5,68 c	0,125 g

Médias seguidas, por uma mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Quando comparamos os resultados das dimensões das sementes de *S. obtusifolium* encontrados por Silva *et al.* (2014), observamos valores semelhantes para comprimento (variando de 6,98 e 11,35 mm), diâmetro (4,27 e 6,23 mm) e peso (0,063 a 0,219 g).

Ainda de acordo com os resultados da tabela 2, a caracterização biométrica das sementes da planta matriz M12 (anexo 5) foi significativamente inferior em relação às demais, com comprimento, diâmetro e peso médio de 7,12 mm, 4,40 mm e 0,073 g, respectivamente. Seguido das plantas matrizes

M04 com comprimento médio de 7,21 mm e diâmetro de 4,35 mm e M01 com comprimento médio de 7,83 e diâmetro médio das sementes de 4,47 mm.

A matriz M02 no mapa da distribuição espacial (apêndice 8) expressa o maior valor em comprimento, no entanto, as matrizes que agrupam-se mais ao sul do mapa possuem maiores valores para variáveis de diâmetro (apêndice 9) e peso (apêndice 10).

O tamanho e o peso das sementes para algumas espécies podem ser considerados um indicativo de sua qualidade fisiológica (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Num mesmo lote, sementes mais leves, normalmente, têm menor desempenho do que as mais pesadas, tanto na germinação ou, até mesmo, no crescimento inicial das plantas em decorrência da quantidade de reservas acumuladas e da formação do embrião (SANTOS NETO *et al.*, 2009). Por exemplo, sementes de *Copernicia prunifera* de tamanho médio e grande apresentaram maior velocidade de protrusão do pecíolo cotiledonar (REIS *et al.*, 2010).

Sementes grandes possuem menores restrições à germinação em condições naturais, o que pode ser vantajoso em condições de sombreamento (NOGUEIRA *et al.*, 2012). Macedo *et al.* (2009) estudando a biometria de frutos e sementes de *Magonia pubescens* verificaram grandes variações nas dimensões e massa fresca dos frutos, o mesmo foi observado por OLIVEIRA-BENTO *et al.* (2013) em frutos e sementes de *Calotropis procera*.

4.1.1. Teor de água em sementes de *S. obtusifolium*

A determinação do teor de água em sementes fornece dados que irão revelar se a massa de sementes está com metabolismo acelerado ou não uma vez que, com o metabolismo acelerado o consumo das reservas da semente se intensificam prejudicando-as no momento da germinação e crescimento inicial das plântulas.

As sementes de *S. obtusifolium* apresentaram média de 7,3% de água na massa das sementes. Os valores registrados por Silva *et al.* (2012) também foram semelhantes (7,42%).

Nas sementes ortodoxas, como é o caso da *S. obtusifolium*, o teor de água está numa faixa entre 5 a 20% baseando-se na massa fresca (BRADBEER, 1988).

Tabela 3. Teor de água (%) e germinação (%) de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* provenientes de diferentes plantas matrizes do município de Boa Vista/PB, Brasil.

Matrizes	Teor de Água (%)	Germinação (%)
M01	7,6 a	38 b
M02	6,7 b	26 e
M03	6,7 b	38 b
M04	7,3 b	46 a
M05	7,0 b	38 b
M06	7,2 b	33 d
M07	8,4 a	44 a
M08	7,8 a	21 f
M09	7,9 a	27 e
M10	7,2 b	12 h
M11	7,8 a	35 c
M12	7,2 b	39 b
M13	6,9 b	40 b
M14	7,2 b	32 d
M15	6,7 b	25 e
M16	7,3 b	18 g

Médias seguidas, por uma mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Utilizando matrizes de *S. obtusifolium* para os municípios de Sertânia (PE), Custódia (PE), Campina Grande (PB), além das matrizes de Boa Vista (PB), Silva *et al.* (2014) obtiveram um percentual médio de 14,91%, no qual os autores sugerem que um teor de água muito baixo (menor que 10%) ou muito alto (maior que 17%) influencia significativamente nos resultados.

Para o teor inicial de água das sementes (Tabela 3) provenientes de cada planta matriz de *S. obtusifolium* não se verificou grande variação no conteúdo de água, apresentando variações menores que 2%.

Das sementes oriundas das 16 plantas matrizes de *S. obtusifolium* avaliadas, apenas cinco estavam com valores de teor de água significativamente superior comparadas com as demais, M01 (7,6%), M07 (8,3%), M08 (7,8%), M09 (7,9%) e M11 (7,7%).

A baixa variação entre o teor de água das sementes das plantas matrizes é uma característica importante na execução dos testes de vigor, uma vez que, a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para

a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes (MARCOS FILHO, 2015).

4.1.2. Germinação de sementes de *S. obtusifolium*

Para condução dos testes de germinação utilizou-se a temperatura de 30°C. Segundo Flores *et al.* (2014), a maioria das sementes de espécies florestais respondem melhor no processo germinativo quando submetidas as temperaturas constantes entre 15 e 30°C, mostrando-se com alta capacidade adaptativa ao meio e aumentando as chances de sobrevivência das espécies.

Observando os valores do teste de germinação (Tabela 3) verifica-se que apenas as sementes de duas plantas matrizes (M04 e M07) estavam com percentual de germinação acima de 40% (46 e 44%, respectivamente), ou seja, significativamente superiores às demais plantas matrizes estudadas. As sementes das matrizes que mais germinaram (apêndice 11) estão distantes 1,620 Km entre elas, ou seja, não haveria relação de nenhum elemento comum entre as mesmas que lhe destinassem esta característica.

As matrizes M02, M08, M09, M10, M15 e M16 de *S. obtusifolium* foram as que apresentaram valores menores que 30% de germinação. Santos *et al.* (2015) estudando cafezinho (*Sorocea muriculata*) e Cruz e Carvalho (2002) com sementes de ibirema (*Couratari stellata*) também verificaram redução e irregularidade na germinação das sementes independentemente dos valores biométricos. Trabalhando com 28 lotes de sementes provenientes de árvores matrizes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*), Lima *et al.* (2014), observaram apenas seis matrizes com valores de germinação acima de 40%.

4.1.4. Vigor de sementes de *S. obtusifolium* a partir do teste de germinação

O teste de primeira contagem da germinação determina o vigor avaliando a porcentagem de plântulas normais presentes na primeira contagem de germinação (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999).

No teste de primeira contagem da germinação (tabela 4), as sementes de *S. obtusifolium* oriundas da matriz M04 obtiveram porcentagem de 54%, enquanto que as sementes oriundas das matrizes M08 e M09 foram as que obtiveram a menor porcentagem de plântulas emergidas, com 6% cada uma. É

possível que essa variação ocorra devido à grande variabilidade genética dos indivíduos na população, visto que os resultados do poder germinativo são bem heterogêneos.

Tabela 4. Vigor de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista/PB, Brasil.

Matrizes	PC (%)	IVG	Comprimento de plântula (cm)		Massa seca de plântula (g)	
			Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
M01	29 e	0,9277 e	6,22 e	4,92 f	0,17 h	0,11 g
M02	12 j	0,8195 f	7,80 a	7,20 c	0,20 f	0,16 d
M03	16 i	1,0082 d	7,07 c	5,57 e	0,18 g	0,16 d
M04	54 a	1,3702 a	5,60 f	5,35 f	0,23 e	0,16 d
M05	46 b	1,1815 b	6,90 c	7,50 c	0,29 b	0,19 c
M06	31 d	1,0105 d	5,62 f	7,65 b	0,18 g	0,12 f
M07	22 f	1,1777 b	5,80 f	6,90 d	0,35 a	0,23 a
M08	6m	0,4857 h	4,80 h	6,90 d	0,15 i	0,09 h
M09	6 m	0,6532 g	6,52 d	7,75 b	0,18 g	0,14 e
M10	11 l	0,3105 i	6,37 d	8,40 a	0,07 j	0,06 i
M11	23 f	1,0060 d	7,35 b	7,37 c	0,28 c	0,18 c
M12	33 c	1,1082 c	5,30 g	5,02 f	0,20 f	0,20 b
M13	23 f	1,0130 d	6,02 e	5,90 e	0,26 d	0,18 c
M14	20 g	0,6450 g	6,17 e	6,12 e	0,13 j	0,09 h
M15	18 h	0,7987 f	6,92 c	6,00 e	0,17 h	0,15 e
M16	18 h	0,6492 g	5,07 g	7,35 c	0,15 i	0,12 f

Médias seguidas, por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A matriz M04 mais uma vez se destacou como a mais vigorosa indicada pelo índice de velocidade de germinação, com 1,3702, enquanto que as matrizes M08 (0,4857) e M10 (0,3105) foram classificadas com os menores valores (Tabela 4). A matriz M07 foi a que apresentou o maior conteúdo de massa seca da parte aérea (0,35g) e de raiz (0,234 g) das plântulas, enquanto que as matrizes M10 e M14 (0,72g e 0,13g respectivamente) se mostraram com valores menos expressivos para massa seca da parte aérea e a M10 (0,06g) para raiz.

4.1.4.4. Vigor de sementes de *S. obtusifolium* advindas a partir do teste de emergência

A emergência de plântulas conduzidas em ambiente protegido, apenas sementes da matriz M12 de *S. obtusifolium* se destacaram das demais, alcançando 43% de emergência em relação às outras matrizes que não ultrapassaram os 29% (M11).

Para o teste de primeira contagem, a M12 com 39% e a M11 com 22% apresentaram os valores mais relevantes. Cinco matrizes (M07, M09, M13, e M15) apresentaram sementes que não emergiram neste teste.

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) confirmou a linearidade da M12 como melhor matriz com 1,153 e a M11 na sequência como segundo melhor grupo. As sementes oriundas das matrizes M07, M09 e M13 não germinaram, sendo este comportamento verificado nos mesmos testes aplicados em sementes advindas dos testes de condutividade elétrica. Tal resposta sugere que não estando em condições consideradas ideais, estas não são capazes de se desenvolver. É importante ressaltar que mesmo apresentado os maiores valores biométricos, as sementes da M09 não germinaram, sugerindo que a biometria dos frutos não seja um bom indicador da qualidade das sementes de *S. obtusifolium*.

Para a massa de matéria seca das raízes (0,32 g) e parte aérea (0,47 g) de plântulas de *S. obtusifolium*, o maior desempenho foi observado na matriz M11, embora que as demais matrizes apresentaram valores significativamente muito baixos. Como as sementes de algumas matrizes não germinaram, não houve material para o teste de massa seca.

Tabela 5. Tabela 5. Vigor de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista/PB, Brasil.

Matrizes	Emergência (%)	PC (%)	IVE	Comprimento de plântula (cm)		Massa seca de plântula (g)	
				Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
M01	9 g	5 g	0,170 i	3,85 e	5,12 j	0,04 h	0,02 i
M02	13 e	8 f	0,244 g	4,90 b	11,75 f	0,008 i	0,009 l
M03	19 c	15 d	0,387 e	3,70 e	8,77 h	0,06 g	0,04 g
M04	20 c	10 e	0,426 d	3,47 f	10,75 g	0,10 f	0,08 f
M05	16 d	8 f	0,379 e	4,12 d	11,90 f	0,09 f	0,10 e
M06	12 e	8 f	0,268 f	5,02 b	13,45 d	0,13 e	0,09 f
M07	0 i	0 i	0,000 l	0,00 g	0,00 l	0,00 i	0,00 l
M08	6 h	6 g	0,152 i	5,87 a	20,47 a	0,15 d	0,11 d
M09	0 i	0 i	0,000 l	0,00 g	0,00 l	0,00 i	0,00 l
M10	6 h	2 h	0,132 j	3,50 f	18,80 b	0,03 i	0,04 h
M11	29 b	22 b	0,693 b	4,47 c	13,67 d	0,47 a	0,32 a
M12	43 a	39 a	1,153 a	4,92 b	12,67 e	0,30 c	0,23 b
M13	0 i	0 i	0,000 l	0,00 g	0,00 l	0,00 i	0,00 l
M14	10 f	0 i	0,215 h	3,97 d	7,95 i	0,02 i	0,01 j
M15	12 e	0 i	0,213 h	3,70 e	14,85 c	0,04 h	0,05 g
M16	20 c	20 c	0,463 c	4,27 c	12,70 e	0,32 b	0,22 c

Médias seguidas, por uma mesma letra minúscula na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

De acordo com a distribuição espacial das matrizes verificou-se que aquelas localizadas mais ao norte (apêndice 12), foram as que produziram sementes, as quais germinaram e apresentaram maiores quantidades de plântulas emergidas.

4.1.4.5. Condutividade Elétrica e outros testes de vigor

Na primeira hora do teste de condutividade elétrica (tabela 6), as sementes da planta matriz M02 de *S. obtusifolium* foram aquelas com menor quantidade de eletrólitos lixiviados na água de imersão ($14,01 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), cujos resultados se repetiram durante as 48 horas de realização do teste. No entanto, os valores médios não ultrapassaram $25,47 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ na planta matriz M02.

Tabela 6. Resultado do teste de condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de 16 plantas matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* em diferentes períodos de embebição.

Matrizes	Períodos de embebição (horas)				
	2	4	6	12	24
M01	16,22 d	19,27 d	22,14 c	29,63 b	39,91 b
M02	8,73 f	9,95 f	11,42 e	15,78 e	20,93 d
M03	14,01 e	15,49 e	17,88 d	22,84 d	26,84 d
M04	16,36 d	18,35 d	20,94 c	26,20 c	32,26 c
M05	24,37 b	25,36 b	26,58 b	29,57 b	31,83 c
M06	17,85 d	20,17 d	21,46 c	26,46 c	31,70 c
M07	15,75 d	19,25 d	21,50 c	28,50 b	37,50 b
M08	20,50 c	23,50 c	25,00 b	30,75 b	32,25 c
M09	32,25 a	43,00 a	47,00 a	63,00 a	87,00 a
M10	19,75 c	21,75 c	23,50 b	31,00 b	40,00 b
M11	19,25 c	22,00 c	23,75 b	29,50 b	34,25 c
M12	19,50 c	21,75 c	24,75 b	29,25 b	31,75 c
M13	22,00 b	23,00 c	23,75 b	27,75 c	31,75 c
M14	12,75 e	14,50 e	15,25 e	18,00 e	23,00 d
M15	16,75 d	17,50 e	19,00 d	23,25 d	26,50 d
M16	18,00 d	19,50 d	20,25 c	24,75 c	37,25 b

Médias seguidas, por uma mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Foi observado nas sementes da planta matriz M09 os maiores valores de íons lixiviados na água de embebição no início das avaliações até o final, as quais iniciaram com valor de $32,25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ nas primeiras horas e encerrou com $107,25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ nas 48 horas, observados na curva de condutividade elétrica abaixo. Com este fato pode-se inferir que o sistema celular das sementes deste indivíduo está em processo avançado de desorganização, fazendo com que os eletrólitos saiam do interior das células para a água de embebição.

Na curva de condutividade (figura 4) existe um distanciamento muito grande entre as demais matrizes e a M09, que se observa a maior deterioração de suas membranas quando embebidas. Importante ressaltar também que as sementes desta matriz não germinaram em ambiente protegido, embora possuísse os melhores valores biométricos para frutos e sementes.

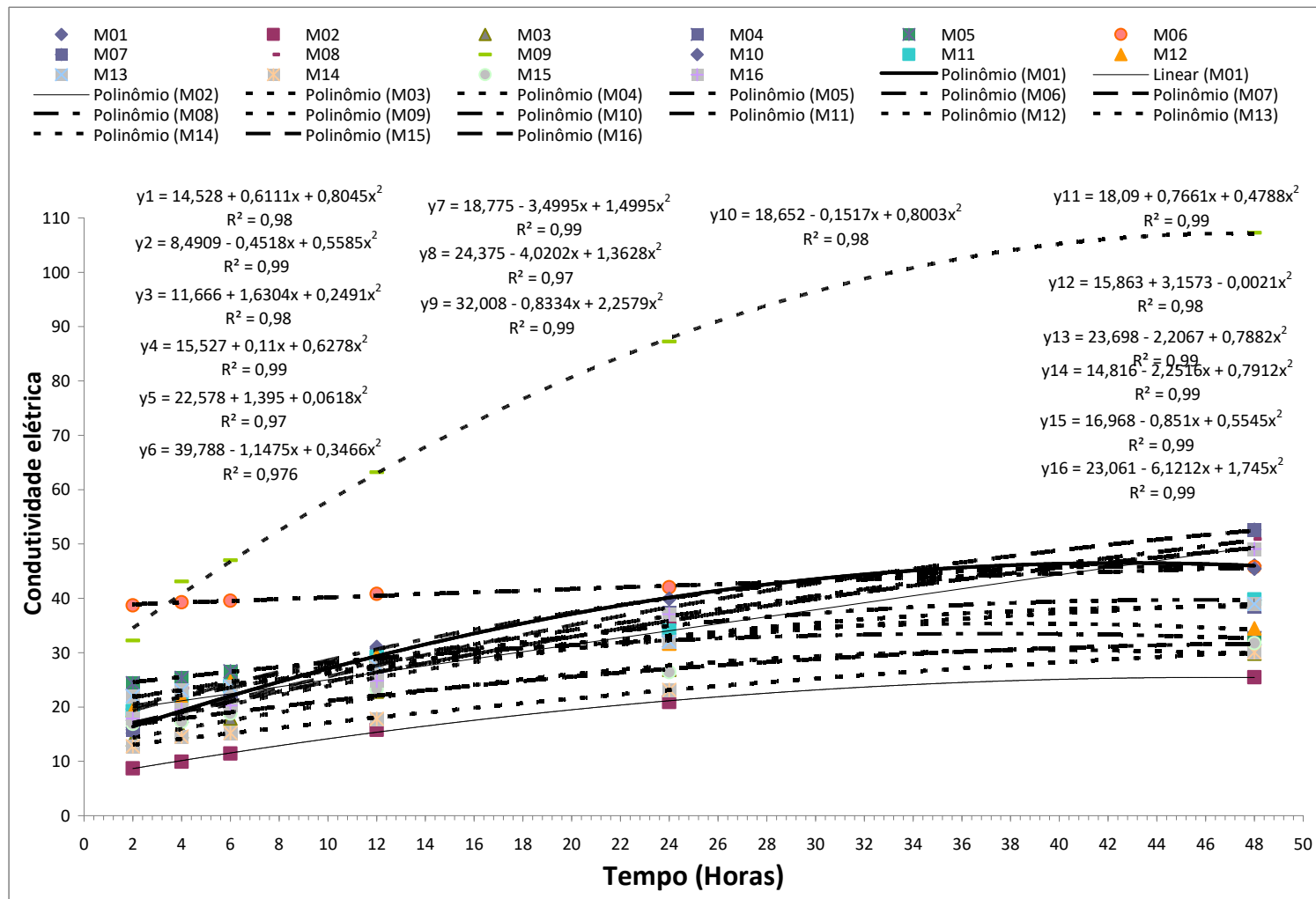


Figura 5. Curva da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em sementes de *Sideroxylon obtusifolium* provenientes de diferentes plantas matrizes. Boa Vista/PB, Brasil.

De acordo com Marcos Filho (2005), sementes de baixa qualidade exibem maiores valores de condutividade elétrica dada a liberação de maior quantidade de lixiviados, como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons inorgânicos como K^+ , Ca^{++} e Na^+ na solução de embebição em função da menor estruturação e seletividade das membranas celulares.

Os valores médios de lixiviados das sementes das plantas matrizes M07 e M13 também foram muito altos ao final da condução do teste de condutividade elétrica, e o comportamento delas foi semelhante ao comportamento das sementes da planta matriz M09, no qual nenhuma semente dessas três plantas matrizes germinou.

Vários fatores endógenos e exógenos e próprios da semente podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica, tais como idade da semente, genótipo, qualidade da água, temperatura, duração do período de embebição, teor de água e número de sementes (VIEIRA, 1994). Soto-Gonzales *et al.* (2009) não encontraram resultados satisfatórios desse teste para a avaliação do vigor de sementes de diferentes árvores matrizes de farinha-seca (*Albizia hassleri* (Chod) Burkar) e atribuíram a baixa correlação encontrada entre os resultados do teste de condutividade elétrica com a germinação à grande variabilidade genética. Por outro lado, Marques *et al.* (2002) observaram que o uso do teste de condutividade elétrica apresentou resultados satisfatórios para a avaliação da qualidade fisiológica de três lotes de sementes de Jacarandá-da-bahia (*Dabergia nigra*).

4.1.4.6. Testes de germinação e vigor após condutividade elétrica

A matriz M11 com 43% apresentou se como a melhor em relação demais, seguida pela matriz M02 com 31%, ou seja, 12% de diferença (tabela 7).

Tabela 7. Germinação e vigor de sementes de diferentes plantas matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* provenientes do teste de condutividade elétrica. Boa Vista/PB, Brasil.

Matrizes	Germinação (%)	PC (%)	IVG	Comprimento de plântula (cm)		Massa seca de plântula (g)	
				Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
M01	4 h	3 e	0,061 i	6,75 d	14,50 a	0,02 j	0,02 h
M02	31 b	16 c	0,732 b	11,05 a	11,02 d	0,39 b	0,15 b
M03	12 e	8 d	0,221 f	8,25 b	14,22 a	0,12 e	0,08 e
M04	23 c	18 b	0,465 c	6,87 d	11,42 c	0,20 c	0,10 c
M05	6 g	1 g	0,144 h	8,65 b	11,47 c	0,08 g	0,04 g
M06	12 e	9 d	0,252 e	8,62 b	11,40 c	0,14 d	0,08 d
M07	0 j	0 h	0,000 j	0,00 f	0,00 g	0,00 m	0,00 l
M08	14 d	3 e	0,385 d	7,37 c	12,45 b	0,11 f	0,05 f
M09	0 j	0 h	0,000 j	0,00 f	0,00 g	0,00 m	0,00 l
M10	2 i	0 h	0,046 i	5,62 e	7,62 f	0,02 l	0,01 j
M11	43 a	27 a	1,119 a	8,97 b	10,95 d	0,57 a	0,19 a
M12	11 f	2 f	0,187 g	7,50 c	10,75 d	0,07 h	0,04 g
M13	0 j	0 h	0,000 j	0,00 f	0,00 g	0,00 m	0,00 l
M14	4 h	0 h	0,041 i	6,77 d	9,17 e	0,03 i	0,02 i
M15	6 g	0 h	0,148 h	7,32 c	7,17 f	0,04 i	0,02 i
M16	10 f	0 h	0,238 e	8,97 b	14,12 a	0,08 g	0,05 f

Médias seguidas, por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A M09 apresentou as sementes mais deterioradas ou em processo de deterioração, o que refletiu na germinação (tabela 7).

A maior porcentagem de germinação foi obtida com as sementes da planta matriz M11 (43%), seguida da planta matriz M02 (31%), enquanto não houve germinação das sementes das plantas matrizes M07, M09 e M13. Com relação à primeira contagem de germinação, observou-se que as sementes da planta matriz M11 expressaram maior percentual de germinação na primeira contagem (27%), seguida da M04 (18%), enquanto que, 43% das plantas matrizes não tiveram nenhuma semente germinada no momento da primeira contagem (apêndice 13).

Avaliando a qualidade de sementes de 36 matrizes de paineira (*Ceiba speciosa*), Roveri Neto e Paula (2017), verificaram que no teste de condutividade elétrica da solução de embebição das sementes foi possível promover a formação de seis grupos de árvores matrizes, com variação de 13 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ a 359 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$. Verificaram também que o poder germinativo das

sementes reduziu acentuadamente após a submersão em água variando de 0 a 56%.

Para o índice de velocidade de germinação, as sementes se comportaram de forma similar ao da primeira contagem, na qual as sementes da planta matriz M11 obtiveram o maior índice de velocidade de germinação (Tabela 7).

Em determinados lotes, visualmente, as sementes podem parecer perfeitas, quando submetidas ao teste de germinação, não germinam, este fato pode ser explicado utilizando diversas técnicas, tais como, raio-x e teste de tetrazólio, para observação interna sem danificar a estrutura da semente e a análise da viabilidade.

4.2. Sistema de Informação Geográfica

4.2.1. Espacialização entre as Plantas Matrizes

A partir da espacialização de plantas matrizes é possível identificar com maior precisão as condições ambientais locais onde estão inseridas. Através do SIG foi gerado um *buffer* (raio envolvente) de 100 m do centro da planta, que no apêndice 14 é representado pelos círculos de coloração laranja, cujo objetivo foi descobrir o distanciamento entre as matrizes estudadas.

Entre as dezesseis matrizes avaliadas apenas duas, M10 e M16 encontravam-se adequadamente espaçadas com a distância ideal entre duas ou mais árvores matrizes que deve ser de pelo menos 100 metros para evitar árvores com alto grau de parentesco (Sebbenn 2006). Para a produção de sementes com a finalidade de reflorestamento, as mais indicadas são plantas com maior variabilidade genética e a proximidade das demais pode vir a ser um fator negativo.

Foram criados dois agrupamentos de matrizes, a primeira (mais a norte) com a participação da M01, M02, M03, M04, M11, M12, M13, M14 e M15 e um segundo grupo (mais a sul) com matrizes M05, M06, M07, M08 e M09; sendo a descrição individualizada nos anexos.

4.2.2. Análise espacial multicritérios

A análise espacial multicritério é executada através de consultas no software de SIG com o objetivo de atender a critérios preestabelecidos.

Durante a pesquisa com matrizes de quixabeira testes de germinação e vigor foram repetidos sob diferentes condições, exemplificadas a seguir:

4.2.2.1. Teste de Germinação

No teste as matrizes M04 e M07 (46% e 44%) foram as que mais germinaram, no segundo testes de germinação, realizado após deste de condutividade elétrica, foi a matriz M11 (43%) com melhor resultado.

A partir da média aritmética dos valores dos segundos grupos, ou seja, valores do grupo b agrupado estatisticamente por teste de Scott-Knott para média $[(38+31)/2]$, o que resultou em $\sum = 34,5\%$, convencionou uso de 34% para os testes de germinação e com SQL: "GERMB" ≥ 34 AND "GERM_SUB" ≥ 34 .

Avaliada por este multicritério a matriz M11 (apêndice 15) foi a que resultou em melhores valores nos dois testes.

4.2.2.2. Primeira Contagem

Para Teste de primeira contagem utilizou-se $[(46+22+18)/3]$, o que resultou em $\sum = 29\%$ para a estruturação do SQL. No entanto, como o resultado em ambiente controlado (46%) foi superior aos demais, esta média não relacionou em mesmas matrizes.

A solução foi alterar a consulta para nova média excluindo o maior valor $[(22+18)/2]=20$, de SQL: "PC_BOD" ≥ 20 AND "PC_CV" ≥ 20 AND "PC_SUB" ≥ 20 . Sob estas condições, a planta matriz M11 (apêndice 16) também foi a única que alcançou este parâmetro.

4.2.2.3. Índice de Velocidade de Germinação

A média aritmética dos segundos grupos para o IVG foi calculado a partir de $[(1,17+ 0,69+0,73)/3]$, sendo o valor médio de $\sum=0,86$ para os testes de IVG nas matrizes (apêndice 17), no entanto nenhuma matriz alcançou este valor.

A consulta espacial foi alterada apenas para o IVG na casa de vegetação, visto que o valor da segunda melhor matriz é menor que a média proposta.

Sendo: SQL:"IVE_BOD">= 0.89 AND "IVE_SUB">= 0.89 AND "IVE_CV">= 0.69. Com esta alteração a planta matriz M11, também se revelou a melhor.

4.2.2.4. Comprimento de plântulas

O comprimento de plântulas é outro parâmetro analisado para avaliar o vigor de sementes, quanto maior a parte aérea e raízes das plântulas, mais vigor a planta terá.

A média aritmética dos segundos grupos para parte aérea do comprimento de plântula foi [(7,35+ 4,90+8,25)/3], de valor médio $\Sigma=6,8\text{cm}$, com SQL: "CP_PA_BOD">=6.8 AND "CP_PA_CV">= 4 AND "CP_PA_SUB">= 6.8.

As matrizes M02, M05 e M11 (apêndice 18) atenderam os multicritérios solicitados. Não havendo nenhuma correlação entre matrizes analisando geoestatisticamente o comprimento da raiz plântulas.

4.2.2.5. Massa Seca de Plântula

Os conteúdos de massa seca presentes nas plântulas condizem com as reservas das sementes que migraram para o eixo embrionário durante a retomada do seu crescimento. As sementes que armazenaram muitas reservas e consumiram menos essas reservas certamente originarão plântulas mais vigorosas. A análise espacial da massa seca de plântula não foi possível, pois a mesma não apresentou co-relação mínima entre os resultados.

4.2.2.6. Massa seca da parte aérea

A partir da média de testes de massa seca para parte aérea [(0,2+ 0,3 +0,3)/3], de valor médio $\Sigma=0,26\text{g}$, em SQL: "MS_PA_BOD">= 0.26 AND "MS_PA_CV">= 0.26 AND "MS_PA_SUB">= 0.26, a planta matriz M11 resultou em única que atendeu o parâmetro solicitado (apêndice 19).

Para avaliação da melhor matriz no teste de massa seca na raiz, foi utilizada a média [(0,2+ 0,2 +0,1)/3], de valor médio $\Sigma=0,16\text{g}$, em SQL: "MS_RA_BOD" >= 0.16 AND "MS_RA_CV" >= 0.16 AND "MS_RA_SUB" >= 0.16. Estando a planta matriz M11 em destaque como única resultante do critério (apêndice 20).

Avaliar o que ocorre no campo nem sempre é tarefa simples. Segundo Zhang *et al.* (2013), chega a ser desafiador gerar um sistema de fácil implementação e transferível para qualquer outra região. O referido autor pesquisou o zoneamento de uso da terra que exigia a avaliação de múltiplos atributos de terra baseados em múltiplos objetivos, parte daí a necessidade de uma ferramenta que selecione atributos específicos.

A análise de multicritérios vem sendo amplamente utilizada como ferramenta para planejamentos de gestão florestal, uma vez que esta análise auxilia na tomada de decisões mais complexas, quando os múltiplos objetivos e critérios são conflitantes (BRICEÑO-ELIZONDO *et al.*, 2008; DIAZ-BALTEIRO & ROMERO 2008; STORE 2009).

5. CONCLUSÕES

Ao término desta pesquisa conclui-se que:

- ✓ O Sistema de Informação Geográfica dispôs um ambiente que permitiu o cruzamento de dados referentes à qualidade de sementes de Quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) com a informação espacial;
- ✓ O SIG foi capaz de selecionar plantas matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* para o município de Boa Vista-PB, o que poderia ser reproduzido para qualquer outro lugar ou espécie;
- ✓ O SIG realizou observação espacial dos resultados dos testes de análises de sementes através da análise multicritério;
- ✓ Avaliados sob os multicritérios a matriz M11 foi a melhor em todas as correlações de testes de análise de sementes;
- ✓ Sementes oriundas das matrizes M07, M09 e M13 sob condições de estresse não germinaram;
- ✓ O projeto permite atualização dos dados de novas pesquisas, para posterior análise temporal dos testes de sementes.

REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: < <http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2017.
- AMARAL, V. P.; MORAES, J. R. S. C.; COSTA, J. F.; SANTIAGO, A. V. Estimativa de Suscetibilidade à Desertificação por meio dos Índices de Aridez Aplicados no Município de Petrolina-PE. In: 18 Seminário de Iniciação Científica e 2º Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA, 2014.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The Caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n.1, p.149-153, 1981.
- AGRA, M. F.; BARACHO, G. S.; BASÍLIO, I.J.D.; NUTRIT, K.; COELHO, V. P.; BARBOSA, D.A. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, n.11, v. 3, p.323-330, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. (Contribution, 32).
- ARAÚJO, C.; ARAUJO NETO, A.C.; SANTOS, S.R.N.; MEDEIROS, J.G.F.; LEITE, R.P.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; OLIVEIRA, J.J.F. Biometria de frutos e sementes de *Operculina macrocarpa* (L.) Urban ocorrente no semiárido Norte-riograndense. **Scientia Plena**, n. 8, v.4, p.1-5, 2012.
- ARAÚJO, A. A. C. de; FERNANDEZ, L. C. **Lampião, a medicina e o cangaço**. Aspectos médicos do cangaceirismo. São Paulo, Traço Editora, 2005.
- ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.581-588, 2011.
- AUMONDE, T.Z.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; PEIL, R.M.N.; PEDÓ, T. Análise de crescimento do híbrido de mini melancia Smile® enxertada e não enxertada. **Interciência**, Caracas, v. 36, n. 9, p. 677-681, 2011.
- AZEREDO, G.A.; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A.; CUNHA, A.O. Germinação em sementes de espécies florestais da Mata Atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, n.1, p.11-16, 2003.
- BRADBEER, J.W. **Seed dormancy and germination**. Glasgow: Blackie Son. 1988. 146p.

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: Ed. UFV, 2004. 443p.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-136.

BOTEZELLI, L; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* vogel (baru). **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p. 918, 2000.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Capítulo I, p. 02.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 852 - Art. 1º Criar a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão – CBAP. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 set. 2012. Seção 1, n. 184. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/bibliodo/p_do42.htm>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. [**Diário Oficial da República Federativa do Brasil**], Brasília, DF, 5 ago. 2003. Revogação da Lei nº6.507 de 19 de dezembro de 1977.

BRICEÑO-ELIZONDO, E.; JÄGER, D.; LEXER, M.; GARCIA-GONZALO, J.; PELTOLA, H.; KELLOMÄKI, S. Multi-criteria evaluation of multi-purpose stand treatment programmes for Finnish boreal forests under changing climate. **Ecological Indicators**, n.8, v.1, p.26 - 45, 2008.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. In: CÂMARA, G., DAVIS, C., MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da informação** São José dos Campos: INPE, p. 41- 76, 2001.

CÂMARA, G. ORTIZ, M. J. **Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: Uma visão geral**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/analise.pdf>. Acesso em 16/03/2015

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHING, T.M. Metabolism of germinating seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Seed biology**. New York :Academic Press, cap.2, 1972, p.103-218.

CNCFlora. *Sideroxylon obtusifolium* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Sideroxylonobtusifolium>>. Acesso em 27 maio 2017.

COSMO, N.L.; GOGOSZ, A.M.; NOGUEIRA, A.C.; BONA, C.; KUNIYOSHI, Y.S. Morfologia do fruto, da semente e morfo-anatomia da plântula de *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke (Lamiaceae). **Acta Botânica Brasílica**, v.23, n.2, p.389-397, 2009.

COSTA, C.J.; TRZECIAK, M.B.; VILLELA, F.A. Potencial fisiológico de sementes de brássicas com ênfase no teste de envelhecimento acelerado. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, p. 144-148, 2008.

COSTA, T.C.C.; OLIVEIRA, M.A.J.; ACCIOLY, L.J.O.; SILVA, F.H.B.B. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13 (Suplemento), p.961-974, 2009.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Estudos Hidrogeológicos de Pequenas Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro**, 2004. p.06 <http://www.cprm.gov.br/publique/media/PropostaCTHidro-FINAL.pdf> 18 Out. 2015.

CRUZ, E.D.; CARVALHO, J.E.U. Biometria de frutos e germinação de sementes de *Couratari stellata* A. C. Smith (LECYTHIDACEAE). **Acta Amazonica**. v.33, n.3, p.381-388, 2002.

DANTAS, B.F.; MATIAS, J.R.; MENDES, R.B.; RIBEIRO, R.C. As sementes da Caatinga são...: um levantamento das características das sementes da Caatinga. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v.14, n.3, p.18-23, 2014.

DAPONT, E. C.; SILVA, J. B. da; OLIVEIRA, J. D. de; ALVES, C. Z.; SUTRA, A. S. Métodos para acelerar e uniformizar a emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 598-605, 2014.

DE OLIVEIRA, R. P. Apoio à Decisão na Adoção da Agricultura de Precisão: A Tecnologia da Informação em Apoio ao Conhecimento Agrônomo. **RECoDAF** – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 2, n. 1, p. 89-109 2016.

DIAZ-BALTEIRO, L.; ROMERO, C. Making forestry decisions with multiple criteria: a review and an assessment. **Forest Ecology Management**. n.255, v.8, p.3222 - 3241, 2008.

FALCÃO, E.C. **Análise de riscos à degradação ambiental utilizando avaliação multicritério espacial, no município de Boa Vista - PB**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande-PB. 126f. 2013.

FERRAZ, J. S. F.; MEUNIER, I. M. J.; ALBUQUERQUE, U. P. Conhecimento sobre espécies lenhosas úteis da mata ciliar do Riacho do Navio, Floresta, Pernambuco. **Zonas Áridas**, v. 1, n. 9, p. 27-39, 2006.

FERREIRA, M.C. Um modelo para formulação de perguntas geoespaciais em SIG, baseado na matriz geográfica de Berry (1964). **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v.26, p.252-269, 2013.

FERRONATO, A.; DIGNART, S.; CAMARGO, I.P. Caracterização das sementes e comparação de métodos para determinar o teor de água em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K. - Papilionoideae) e pé-de-anta (*Cybistax antisyphilitica* Mart. - Bignoniaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.206-14, 2000.

FLORES, A.V.; BORGES, E.E.L.; GUIMARÃES, V.M.; ATAÍDE, G.M.; CASTRO, R.V.O. Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.6, p.1147-1154, 2014.

FORZZA, R.C., LEITMAN, P.M.; COSTA, A.; CARVALHO, A. A.; PEIXOTO, A.L.; WALTER B.M.T. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro; vol. 1, p.871.2010.

GOMES, R.; PINHEIRO, M.C.B.; LIMA, H.A.; SANTIAGO-FERNANDES, L.D.R. Biologia floral de *Manilkara subsericea* e de *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) em restinga. **Revista Brasileira de Botânica**, Minas gerais, v.33, n.2, p.271-283, 2010.

GUERRA, A.M.N.M., PESSOA, M.F., SOUZA, C.S.M., MARACAJÁ, P.B. Utilização de Plantas medicinais pela comunidade rural Moacir Lucena, Apodir-RN. **Biosciences Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 442-450, 2010.

GURGEL, F.L.; GURGEL, R.S.; NASCIMENTO, W.M.O.; SOARES, A.C.S. Localização geográfica de acessos do banco ativo de germoplasma de camucamuzeiro (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) da Embrapa Amazônia Oriental. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. [online]. Disponível em: <http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-territorio/biomas.html>. Acessado em: 18/01/2017.

HOPPE, J.M.; GENRO, C.J.M.; FLORIANO, E.P.; REIS, E.R.; FORTES, F.O.; MULLER, I.; FARIAS, J.A.; CALEGARI, L.; DACOSTA, L.P.E. Produção de sementes e mudas florestais, **Caderno Didático nº 1**, 2 ed. Santa Maria, 2004. 388 p.

IBAMA. **Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal: PNUD / FAO / IBAMA - Governo do Rio Grande do Norte, 1992. p.1-92.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. "Restauração e conservação de ecossistemas tropicais." **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre (L. Cullen Jr., R. Rudran & C. Valladares-Padua, orgs.)**. Editora da UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Curitiba (2003): p.383-394.

Köppen, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Económica. México. 1948, 479p.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, 218p.

LACERDA, A.V.; NORDI, N.; BARBOSA, F.M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Minas gerais, v.19, n.3, p.647-656, 2005.

LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B. BRITO, A. A. F.; FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de

Cassia grandis L. em função de diferentes substratos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.3, p.727-734, 2016.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

LIMA, C.R.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; PACHECO, M.V.; ALVES, E.U. Qualidade fisiológica de sementes de diferentes árvores matrizes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.2, p.370-378, 2014.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 6 ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2014. 384p.

MACEDO, M.C.; SCALON, S.P.Q.; SARI, A.P.; SCALON FILHO, H.; ROSA, Y.B.C.J., ROBAINA, A.D. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* ST.Hil (SAPINDACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.202-211, 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MONTEIRO-JULIO, M., LIMA, E., AMORIM, E.L.C., ALBUQUERQUE, U.P. Local Markets and Medicinal Plant Commerce: a review with Emphasis on Brazil. **Economic Botany**. n.64, v.4, p.352 - 366, 2010.

NASCIMENTO, I.L.; ALMEIDA, R.A. Produção de mudas de quixabeira (*Bumelia obtusifolium* roem ex schult). **Agropecuária Científica no Semi-árido**, Campina Grande, v.9, n.1, p.24-35, 2013.

NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G. FERNANDES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Informativo Sementes – IPEF – Abril, 1998. Disponível em: <http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.asp>; Acessado em:11/04/2017.

NOGUEIRA, F.C.B.; SILVA, J.W.L.; BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke - Fabaceae. **Acta Botânica Brasilica**, v.26, n.4, p.772-778, 2012.

OLIANI, L. O.; PAIVA, C.; ANTUNES, A. F. B. Utilização de *softwares* livres de Geoprocessamento para a gestão urbana em municípios de pequeno e médio porte. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife-PE, 2012. p.1-8.

OLIVEIRA, A.C.S.; MARTINS, G.N.; SILVA, R.F.; VIEIRA, H.D. Testes de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Inter Science Place**. v.2, n.4, p.1-21, 2009.

OLIVEIRA, A.K.M.; ALVES, F.F.; GADUM, J. Avaliação do tipo de substrato e do período de armazenamento para a germinação de sementes de *Cordia glabrata* (Mart.) DC. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v.31, n.3, p. 301-305, 2009.

OLIVEIRA-BENTO, S.R.S.; TORRES, S.B.; OLIVEIRA, F.N.; PAIVA, E.P.; BENTO, D.A.V. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Calotropis procera* Aiton (Apocynaceae). **Bioscientia Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1194-1205, Sept./Oct. 2013.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.3, p.525-531, 2001.

PAULA, R.C. **Repetibilidade e divergência genética entre matrizes de *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae - Caesalpinioideae) por caracteres biométricos de frutos e de sementes e parâmetros da qualidade fisiológica de sementes**. 2007. 128p. Tese (Livre-Docência em Silvicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2007.

PAULINO, R. C.; HENRIQUES, G. P. S. A.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; AZEVEDO, R. A. B. Contribuição ao conhecimento e conservação da laranjinha. **Interações**, Campo Grande, v. 12, n. 2, p. 215-223, 2011.

PEDROSA, K.M. **Uso e disponibilidade local de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (quixabeira) em três regiões da depressão sertaneja da Paraíba, nordeste do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba - CCA. 2012.

PINTO, A. H.; BINOTTI, F. F. S.; SOUZA, H. M.; BATISTA, T. B.; GOUVEIA; G. C.C. Teste de condutividade elétrica para diferenciação dos níveis de

deterioração de sementes de forrageiras. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia - MS, v.3, n.2, p.9-15, 2016.

QGIS BRASIL. [online]. Disponível em: <http://qgisbrasil.org/>. Acessado em 02/04/2017.

REBOLÇAS, A.C.M.N.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A.; FERREIRA, E.G.B.S. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p. 183-192. 2012.

REIS, R.B.; CARDOSO, P.V.; CRUZ, C.B.M.; VICENS, R.S. Classificação de uso e cobertura do solo na APA do São João em uma abordagem orientada a objeto. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal. São Paulo: INPE, p.7087-7094, 2009.

REIS, R.G.E.; BEZERRA, A.M.E.; GONÇALVES, N.R.; PEREIRA, M.S.; FREITAS, J.B.S. Biometria e efeito da temperatura e tamanho das sementes na protrusão do pecíolo cotiledonar de carnaúba. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.1, p.81-86, 2010.

RODRIGUEZ-BACHILLER, A.; WOOD, G. Geographical Information System and EIA. In: MORRIS, P., THERIVEL, R. **Methods of environmental impact assessment**. 3rd edition. Routledge: Abingdon, 2009. p.434-459.

ROQUE, A.A. **Potencial de uso dos recursos vegetais em uma comunidade rural no semiárido do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil**. Dissertação de mestrado, UFRN. (2009).

ROVERI NETO, A.; PAULA, R.C. Variabilidade entre árvores matrizes de *Ceiba speciosa* St. Hil para características de frutos e sementes. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.2, p.318-327, 2017.

SABONARO, D.Z.; PRUDENTE, C.; BARBEDO, C.J. Estruturas do fruto de aroeira na qualidade de sementes através do teste de condutividade elétrica. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v.09, n.01, p.86-97, 2017.

SALIS, S.M.; CRISPIN, S.M.A. Densidades de árvores listadas como ameaçadas de extinção na bacia do alto Paraguai. Corumbá: EMBRAPA. 2006. p.1-6. (Comunicado Técnico, 54).

SANTANA, M.F. **Uso de planejamento fatorial da extração de lectinas de entrecasca de *Sideroxylon obtusifolium* (quixabeira): purificação e**

caracterização parcial. 2010, 72f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e fisiologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

SANTOS, E.A.; PINHEIRO, R.M.; FERREIRA, E.J.L.; ALMEIDA, M.C. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Sorocea muriculata* MIQ. (MORACEAE) nativa do Acre, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015.

SANTOS, F.A. **Agricultura de Precisão.** Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Departamento de Agronomia, Vila Real, Portugal. 2012.

SANTOS, S.P. **Germinação, estaquia e biometria de sementes de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (cipó-de-são-joão).** Trabalho de conclusão de curso: Universidade Federal da Bahia. 2016. 59p.

SANTOS NETO, A.L.; MEDEIROS FILHO, S.; BLANK, A.F.; SANTOS, V.R.; ARAÚJO, E. Influência do peso da semente e promotores químicos na qualidade fisiológica de sementes de sambacaitá. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.187-192, 2009.

SEBBENN, A.M. Sistema de reprodução em espécies arbóreas tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. (Ed.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas.** Curitiba: FUPEF, 2006. p.93-138.

SILVA AM, XAVIER APC, MEDEIROS IC, MARANHÃO KUA, SILVA RM. Análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro/PB. In: Actas XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO [internet]; 2013 jun 21; Foz do Iguaçu, Brasil. 2013 p. 1548 – 1555. [acesso em 2016 setembro 29] Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1013.pdf>.

SILVA, C.B.; PIVETTA, K.F.L.; OLIVEIRA, C.A.V.M.; RODRIGUES, M.A.; VIEIRA, R.D. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de grama-bermuda. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.102-107, 2010.

SILVA, J.L.; TONELLO, K.C.; VALENTE, R.A.; MINGOTI, R. Diagnóstico ambiental como subsídio à restauração florestal e manutenção hidrológica da Bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas - SP. **Irriga**, Botucatu, v.21, n.1, p.1-13, 2016.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MATOS, V.P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. (Sapotaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p.59-64, 2012.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; RODRIGUES, P.A.F.; SOUSA, N.A. AGUAR, V.A. Variabilidade da germinação e caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**,v.7, n3., 2014, p-281-300.

SIMONI, F.; COSTA, R. S.; FOGAÇA, C.A.; GEROLINETO, E. Sementes de *Sorghum bicolor* L. – Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000). **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Paraíba, v.11, n.1, p.188-192, 2011.

SOTO-GONZALES, J. L.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart. Fabaceae-Mimosoideae. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 625-634, 2009.

STORE, R. Sustainable locating of different forest uses. **Land Use Policy**. n.26, v.3, p.610 - 618, 2009.

TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 218p.

TORRES, S.B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TROVÃO, D.M.B.M.; FREIRE, A.M.; MELO, J.I.M. Florística e fitossociologia do componente lenhoso da mata ciliar do riacho de Bodocongó, semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, UFERSA – Rio Grande do Norte, v.23, n.1, p.78-86, 2010.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.4, p.1-26.

ZHANG, Z.; SHERMAN, R.; YANG, Z.; WU, R.; WANG, W.; YIN, M.; YANG, G.; OU, X. Integrating a participatory process with a GIS-based multi-criteria decision analysis for protected area zoning in China. **Journal for Nature Conservation**, v.21, n.4, p.225 - 240, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Tratamento de dados de receptor-GPS

Este tutorial refere-se ao descarregamento e tratamento da informação espacial coletado pelo receptor-GPS

1. As matrizes foram localizadas com receptor-GPS e os dados foram descarregados num *software* adequado para tal ação. O *software* utilizado para descarregar dados do receptor-GPS é o *Track Maker*.

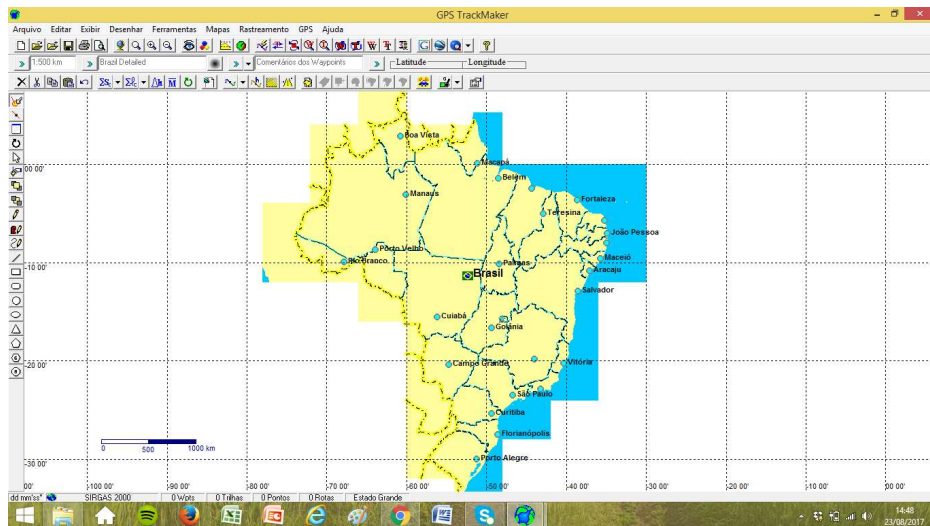


Figura 1. Interface gráfica do *Track Maker*

2. O receptor-GPS deve ser ligado ao computador. Clica no ícone GPS e escolhe a marca do equipamento utilizado na localização.

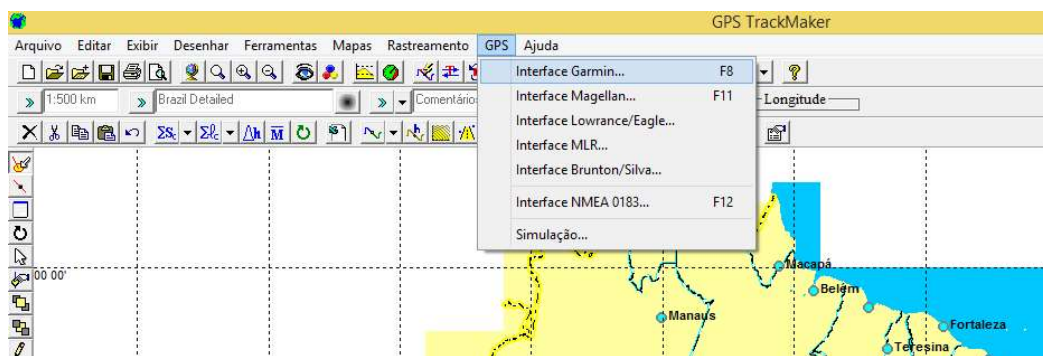


Figura 2. Escolha da marca do receptor-GPS

3. A interface é o ambiente onde se escolhe os tipos de vetores (pontos, linhas ou polígonos) a ser descarregado. Deve-se capturar os pontos coletados, que representam as matrizes.



Figura 3. Ambiente a detectar e descarregar os waypoints

4. Após captura, os pontos já aparecem na tela.

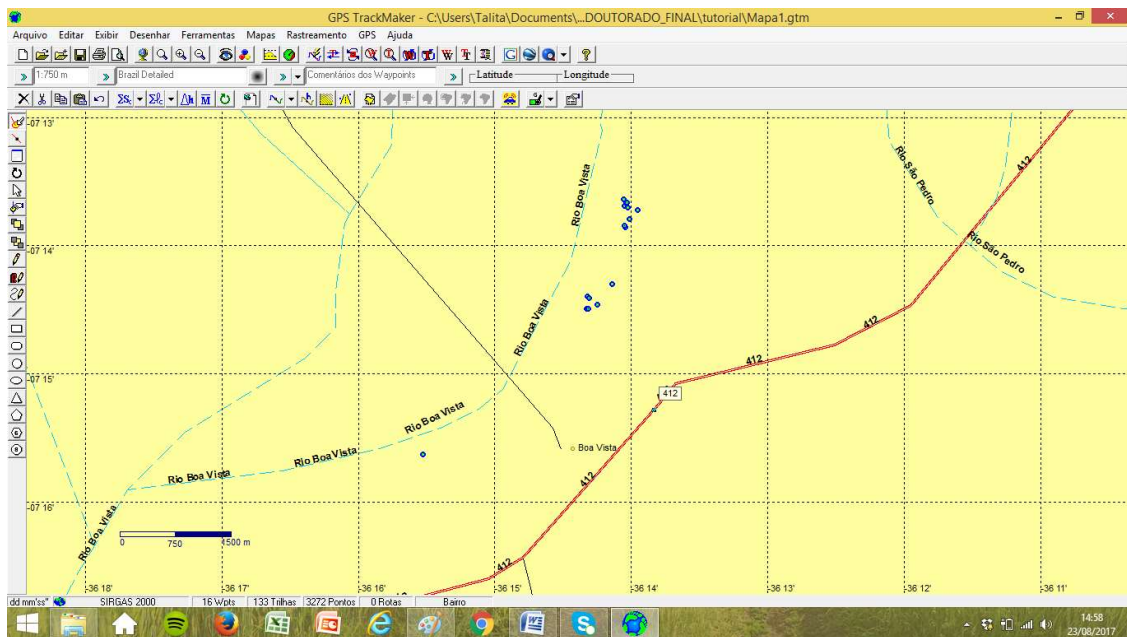


Figura 4. Pontos geográficos na interface do *Track Maker*

5. Algumas configurações devem ser alteradas nas informações espaciais. Em configurações: Clicar no sistema de referências de coordenadas (SIRGAS, 2000). Caso não esteja configurado pode aparecer WGS84 ou SAD 69. O sistema de referências de coordenadas possui o objetivo de diminuir os erros de curvatura da terra.

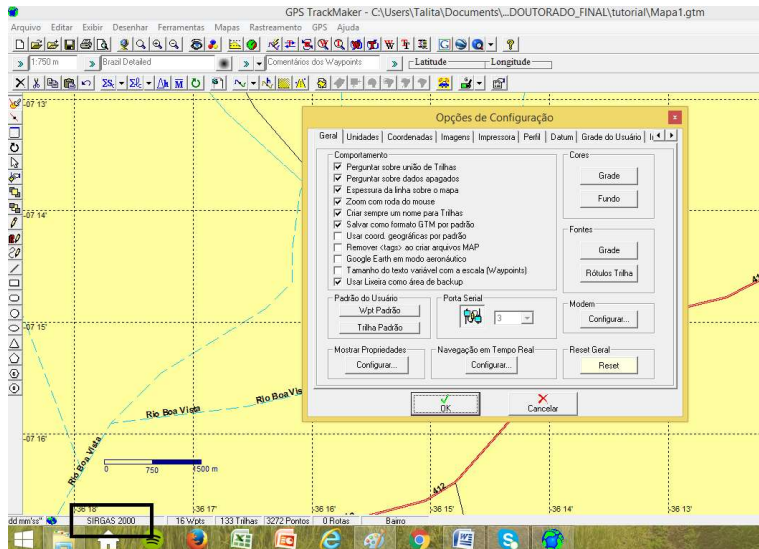


Figura 5. Escolher o sistema de referência de coordenadas

Nesta opção deve-se observar as seguintes configurações (através das abas de apoio):

As unidades devem ser em metros (A) e os ângulos de azimute (B) e coordenadas em grau, minuto e segundo (Deg/Min/Sec) (C).

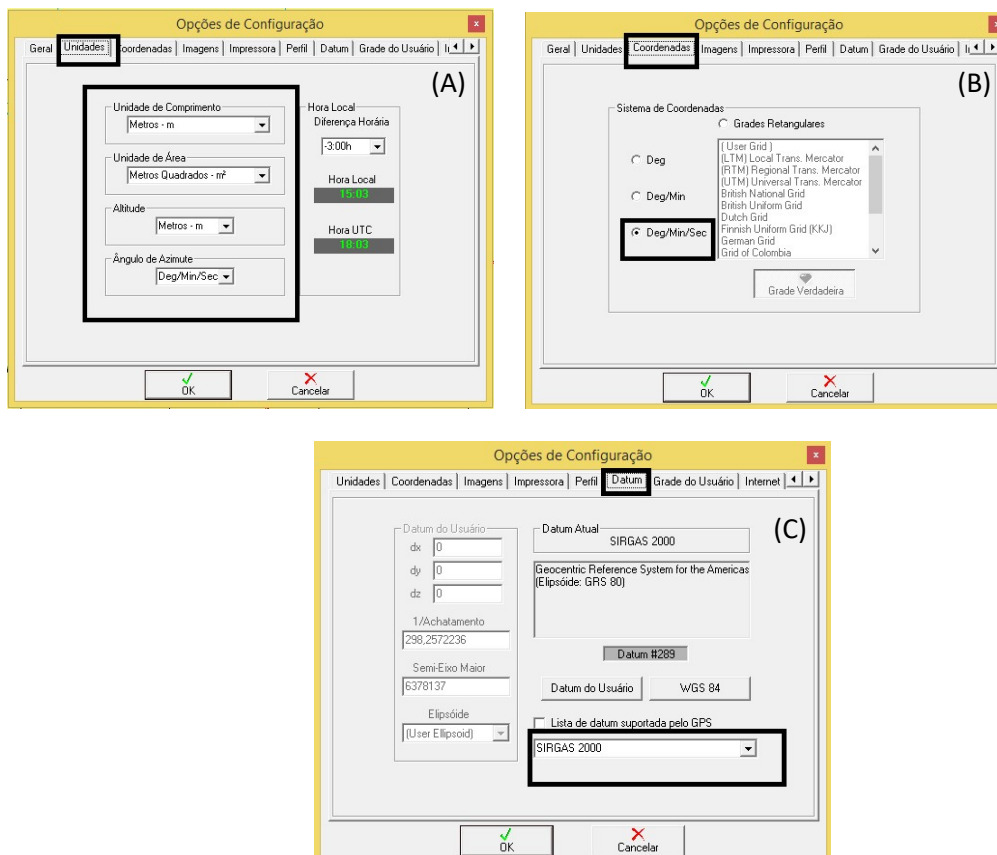


Figura 6. Ambas de comparação

6. Salve o arquivo na extensão *shapefile*.

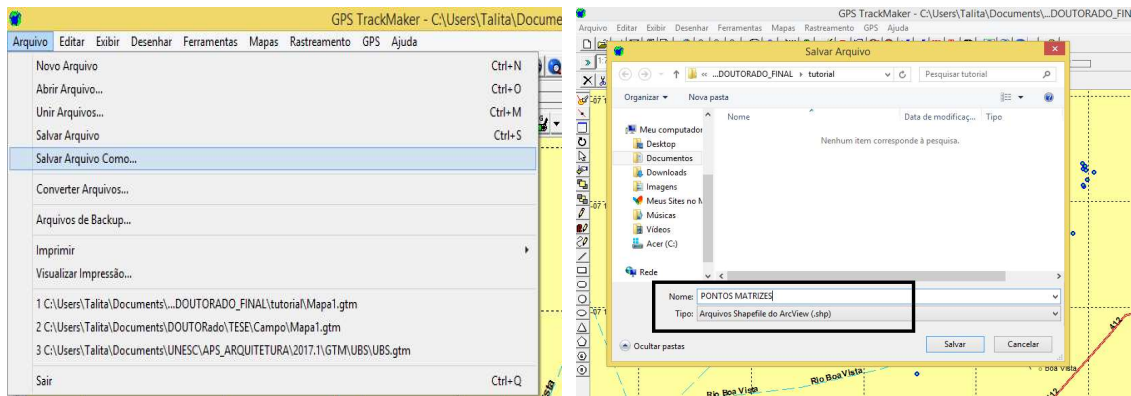


Figura 7. Salvar arquivo

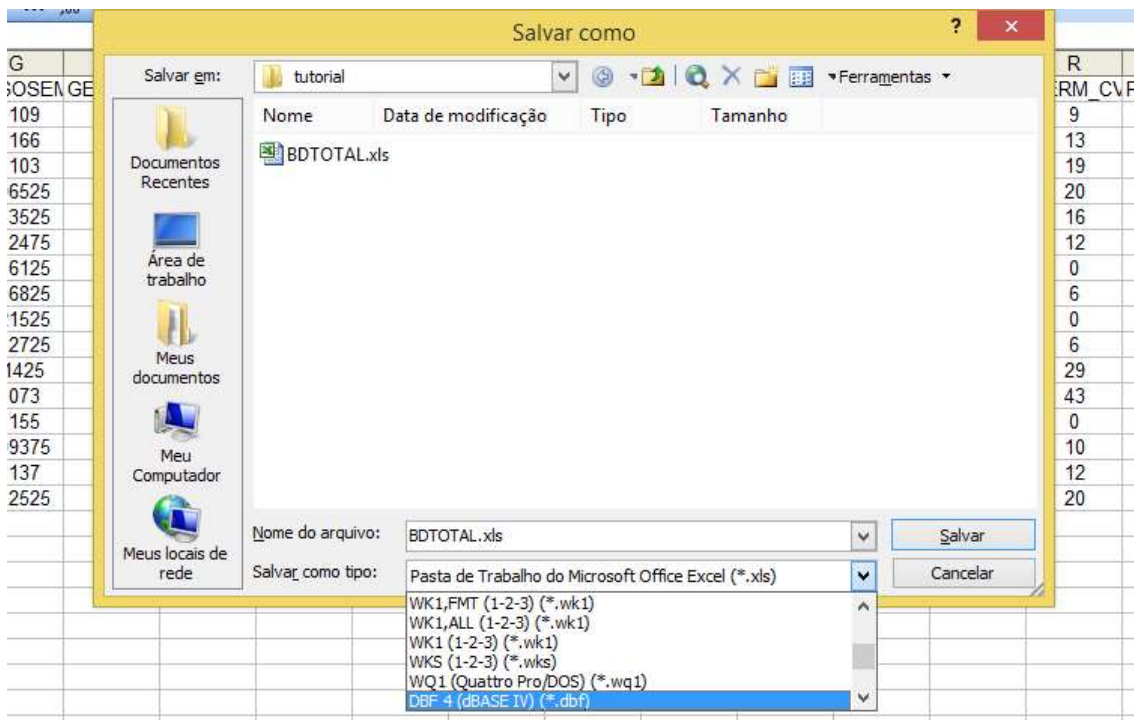
APÊNDICE 2 - Banco de dados

1. Organização dos dados.

Os dados devem ser tabulados em planilha de Excel, sendo a primeira coluna com os nomes das matrizes no mesmo formato que estão no arquivo dos pontos de GPS.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	MATRIZ	COMPFRUT	DIAMIFRU	PESOFRU	COMPSEI	DIAMSEM	PESOSEI	GERMB	TA	PC_BOD	PN_BOD	IVE_BOD	CP_PA_B	CP_RA_B	BMS_PA_B	BMS_RA_B	PC_CV	GERM_CV	PN_CV	IVE_CV	CP
2	M01	11.22	93.275	0.65425	7.93	44.775	0.109	38	7.6	29	75	0.92775	6.225	4.925	0.17025	0.114	5	9	17	0.17075	3
3	M02	133.975	95.425	10.465	112.625	5.185	0.166	26	6.665	12	51	0.8195	7.8	7.2	0.20225	0.1625	8	13	25	0.2445	4
4	M03	10.96	87.525	0.67525	82.725	47.625	0.103	38	66.725	15	75	100.825	7.075	5.575	0.18925	0.16075	15	19	37	0.38725	3
5	M04	104.775	87.975	0.53775	72.075	4.35	0.06525	46	7.27	54	92	137.025	5.6	5.35	0.23725	0.16275	10	20	40	0.42625	3
6	M05	114.725	93.625	0.94075	8.785	5.355	0.13525	38	7.015	46	75	11.815	6.9	7.5	0.2955	0.1915	8	16	32	0.379	4
7	M06	113.525	10.065	0.89975	83.475	5.25	0.12475	33	72.175	30	65	10.105	5.625	7.65	0.181	0.1265	8	12	24	0.268	5
8	M07	11.62	10.145	10.675	8.895	5.8	0.16125	44	83.575	22	88	1.177.759	5.8	6.9	0.35375	0.237	0	0	0	0	0
9	M08	13.27	97.225	116.325	10.385	5.58	0.16825	21	78.075	6	41	0.48575	4.8	6.9	0.15555	0.0965	6	6	11	0.15275	5
10	M09	145.125	127.875	218.725	10.96	60.625	0.21525	27	7.92	6	53	0.65325	6.525	7.75	0.1065	0.1475	0	0	0	0	0
11	M10	11.255	110.725	1.162	7.775	56.375	0.12725	12	7.18	11	23	0.3105	6.37	8.4	0.07275	0.0655	2	6	12	0.1325	3
12	M11	10.395	90.575	0.90325	9.44	5.3	0.1425	35	7757	23	69	1.006	7.35	7.375	0.28025	0.18525	22	29	57	0.693	4
13	M12	10.85	9.26	0.8445	7.125	4.405	0.073	39	71.675	33	78	110.825	5.3	5.025	0.20975	0.20375	40	43	86	1.153	4
14	M13	121.475	106.025	118.775	91.825	58.475	0.155	40	69.275	23	79	1.013	6.025	5.9	0.2625	0.188	0	0	0	0	0
15	M14	116.375	91.175	0.68925	8.565	45.975	0.09375	32	7.25	20	64	0.645	6.175	6.125	0.13825	0.09425	0	10	20	0.2155	3
16	M15	102.975	88.425	0.74525	9.095	55.625	0.137	25	66.925	18	50	0.79875	6.925	6	0.17225	0.1505	0	12	23	0.21375	3
17	M16	12.09	103.725	1.291	8.01	56.775	0.12525	18	73.075	18	35	0.64925	5.07	7.35	0.15275	0.128	20	20	39	0.4635	4

2. Salvar em extensão dbf IV.



APÊNDICE 3 - União de dados geográficos e banco de dados (*Join*) no Qgis

1. Os pontos geográficos de uma matriz são representados no Qgis pelo arquivo descarregado do receptor-GPS e tratados no *Track Maker* (tutorial 1).

Para adicionar a camada vetorial clique no ícone vetorial (figura 1), busque o local onde se encontra o arquivo de GPS salvo em *shapefile* (figura 2) e selecione o arquivo desejado (figura 3).

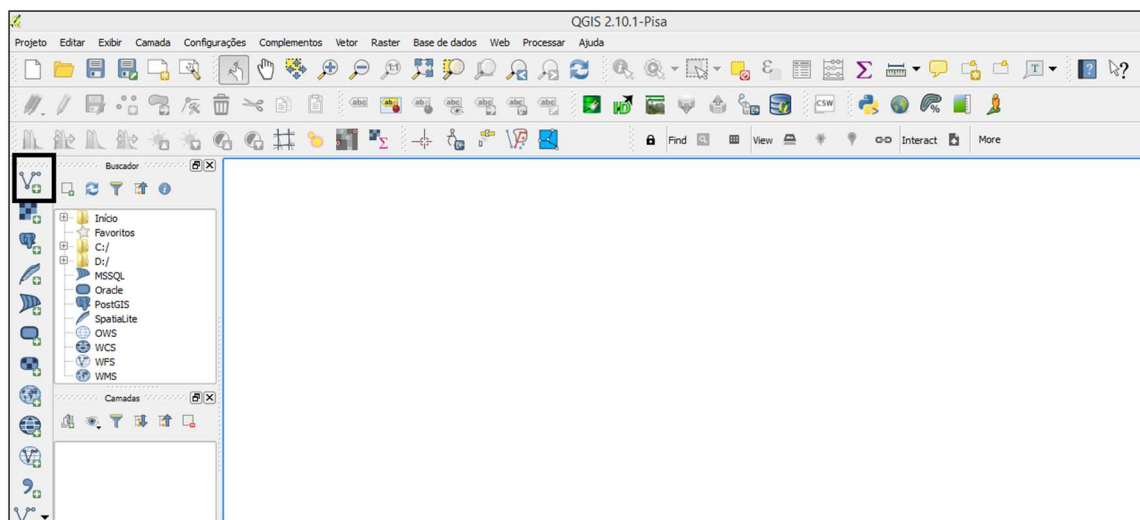


Figura 1. Ícone de adição de camada vetorial

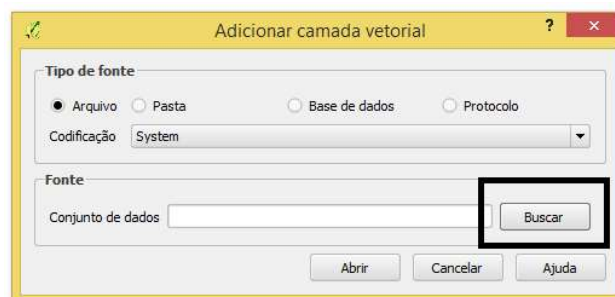


Figura 2. Escolher caminho do arquivo

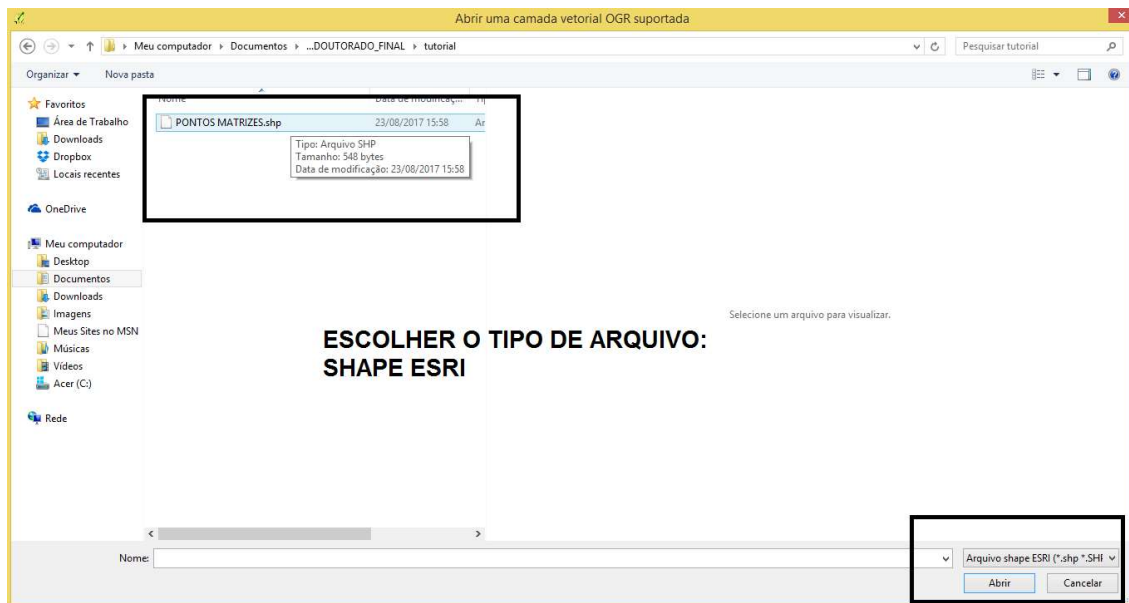


Figura 3. Pontos de GPS

2. Os pontos de GPS aparecerão, bem como o nome da camada adicionada.

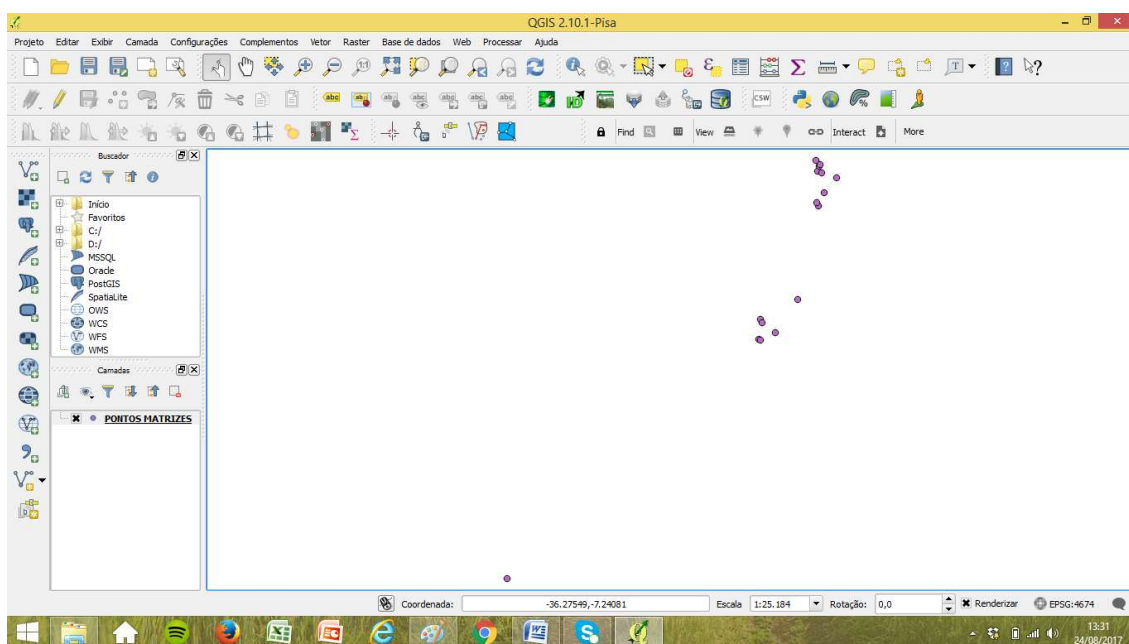


Figura 4. Pontos na interface do Qgis

3. Alterar configurações da camada.

Clica com botão direito em cima da camada (*layer*) e escolhe item propriedade (figura 5).

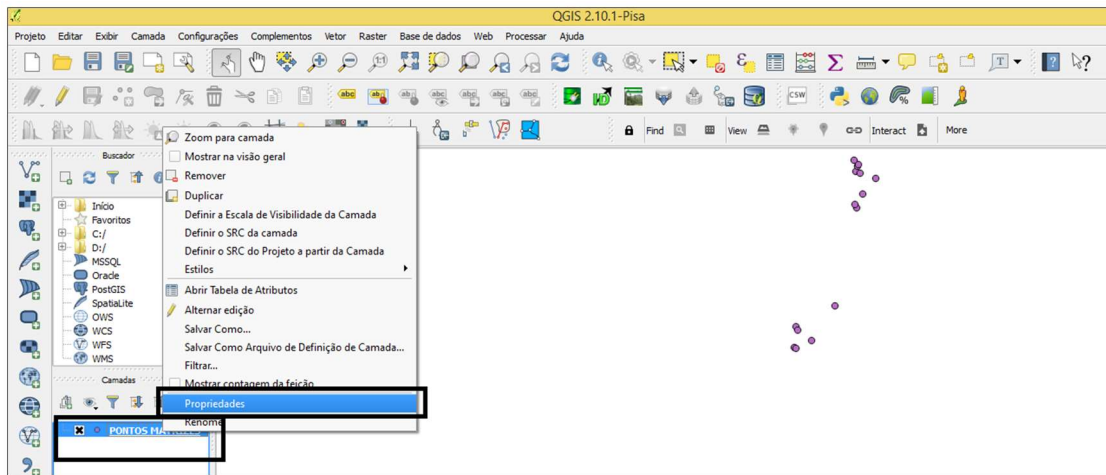


Figura 5. Alterar propriedades

Na aba geral, escolher o sistema de referência de coordenadas utilizada no Brasil, que é o SIRGAS, 2000 (figura 6).

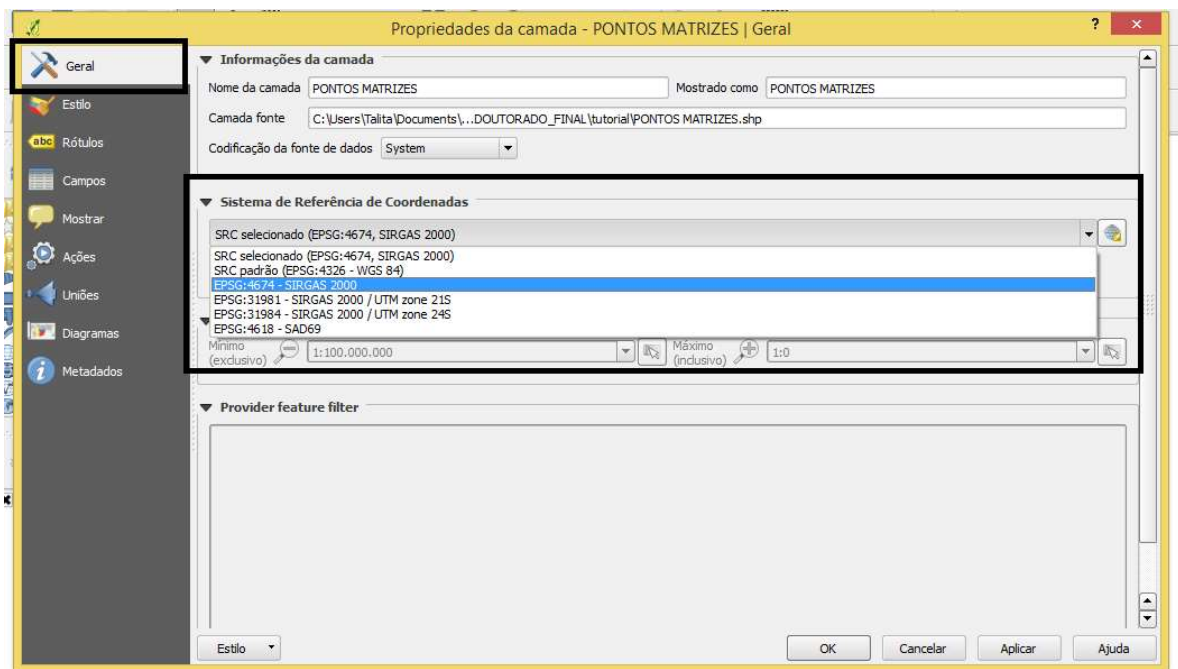


Figura 6. Aba geral

Para edição de formas e cores dos pontos escolhe-se a aba estilo (figura 7). Neste ambiente é feito os mapas temáticos alterando o símbolo simples pelo categorizado ou graduado.

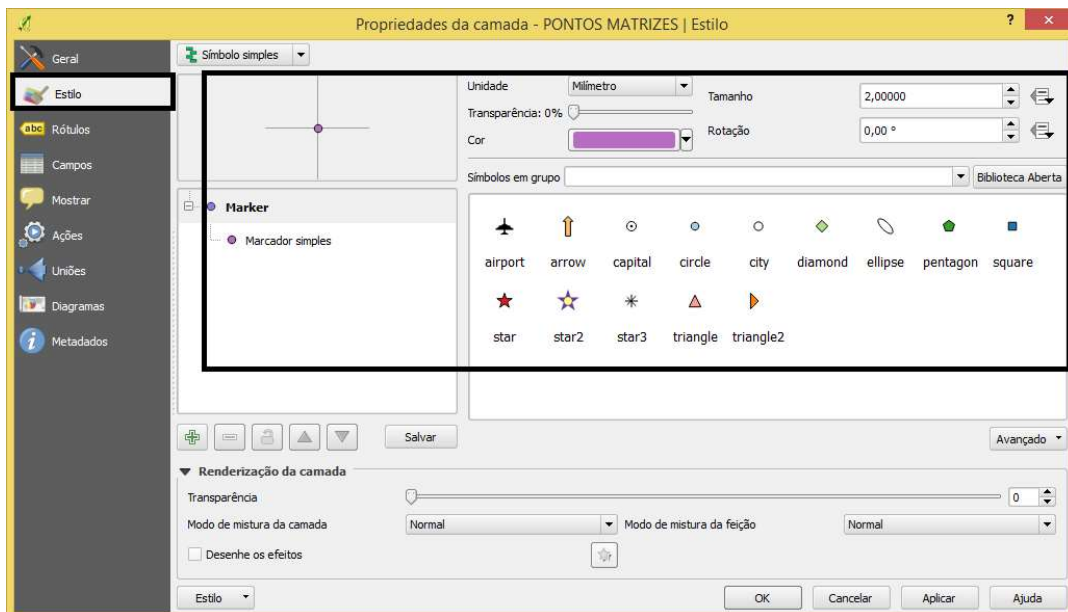


Figura 7. Edição do ponto

Inserir nome da matriz na tela (rotular ou etiquetar) → escolhe a coluna Matriz (figura 8. A), onde está descrito os nomes das árvores (figura 8.B).

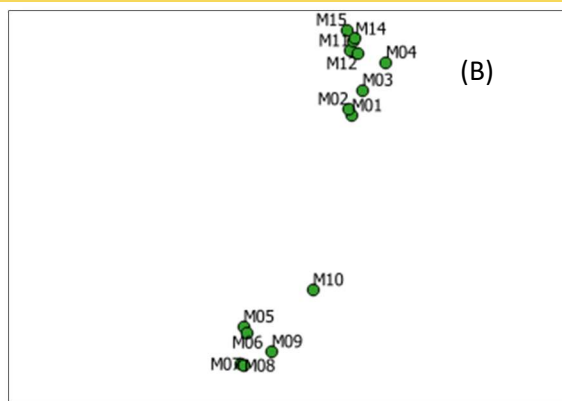
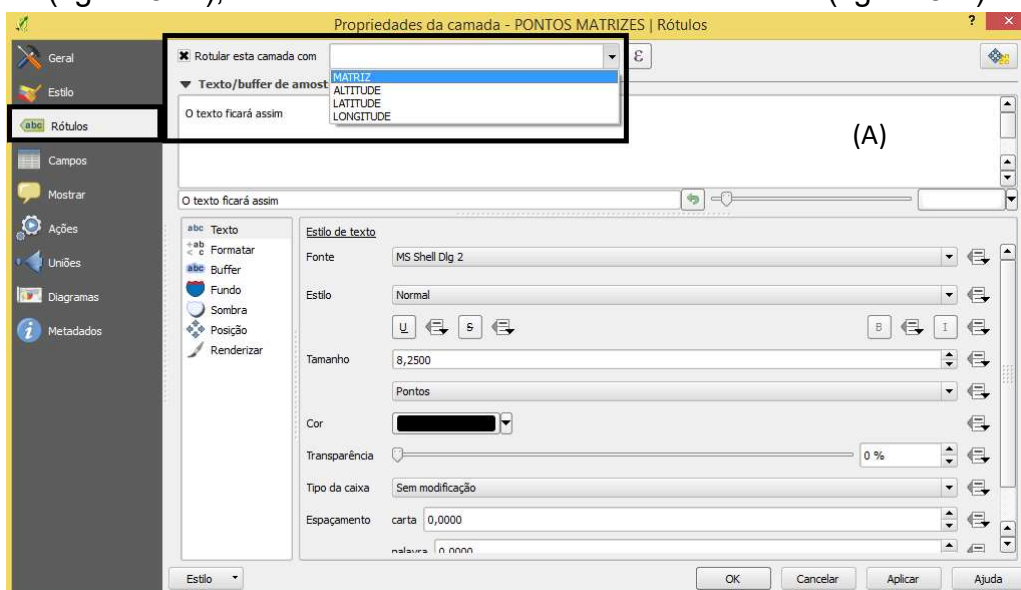


Figura 8. Rotular camada

4. Deve-se unir os pontos de GPS com o banco de dados (BD).

Para adicionar o banco de dados que é a planilha de Excel dos resultados dos testes (tutorial 2), clica em adicionar camada vetorial (figura 9.A) e seleciona o arquivo em DBF IV (figura 9.B).

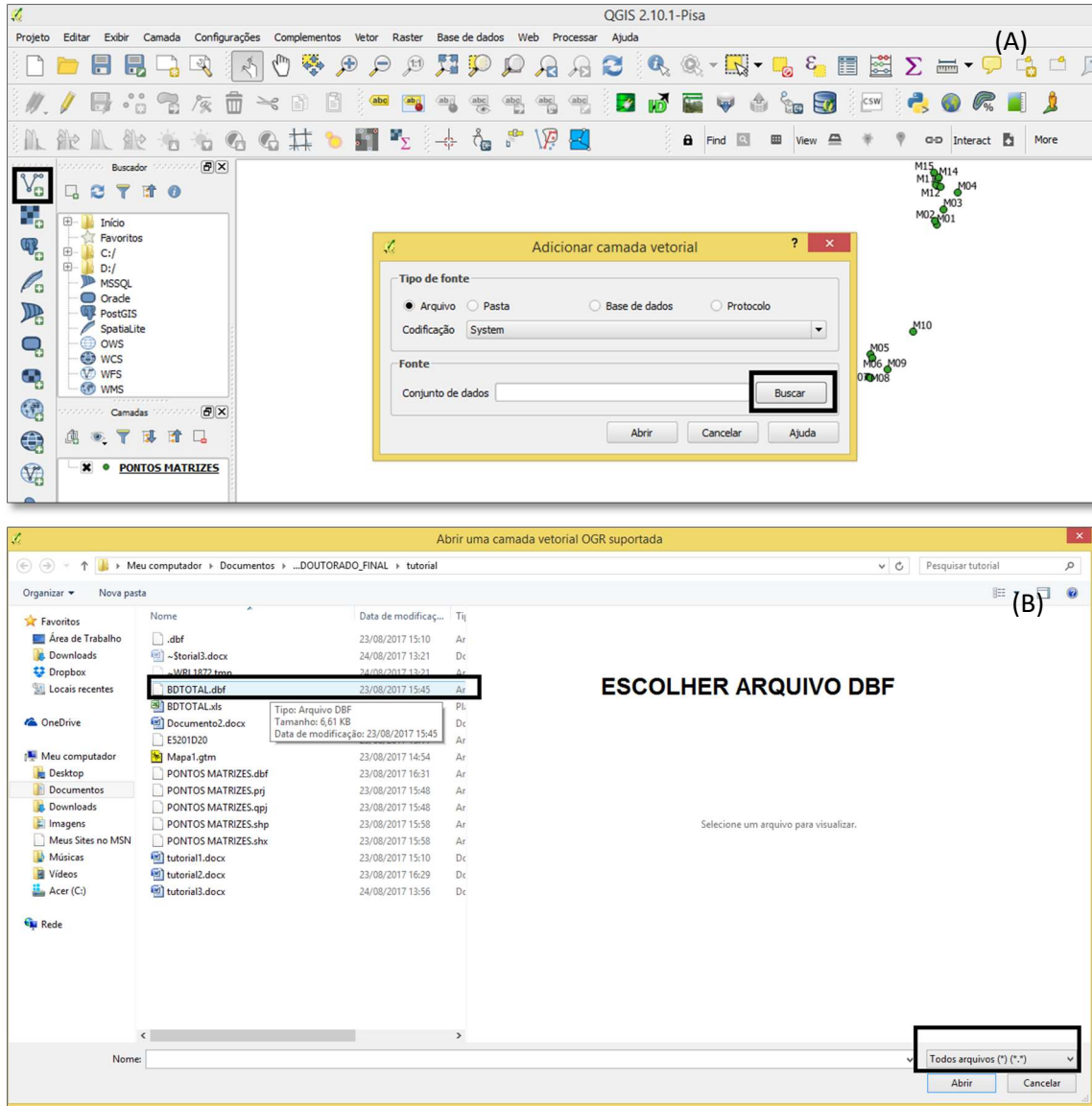


Figura 9. Adicionar banco de dados

O arquivo deverá aparecer no ambiente das camadas (figura 10).

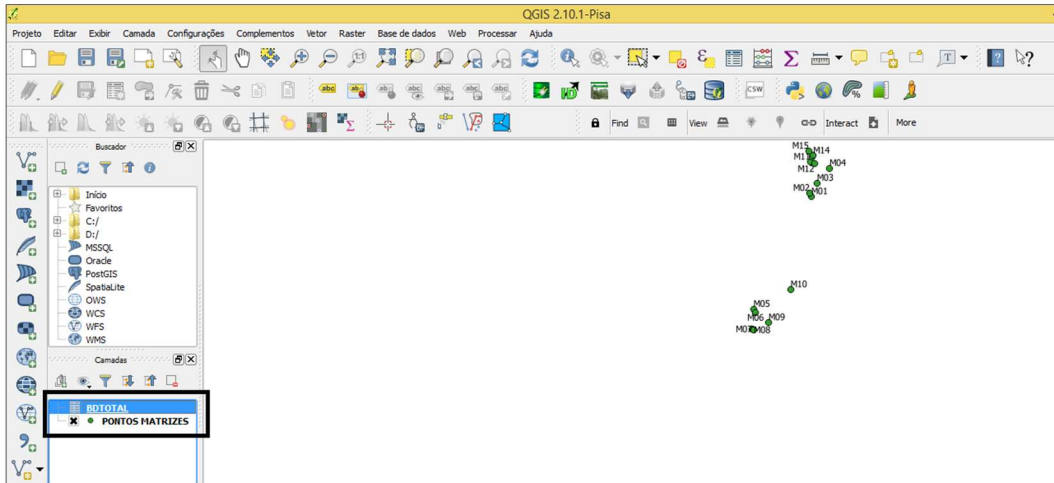


Figura 10. Banco de dados ativo

- O processo denominado *Join* trata da união do ponto de GPS com o BD. Inicialmente vá ao ícone propriedades da camada dos pontos (figura 11) e selecione a aba uniões

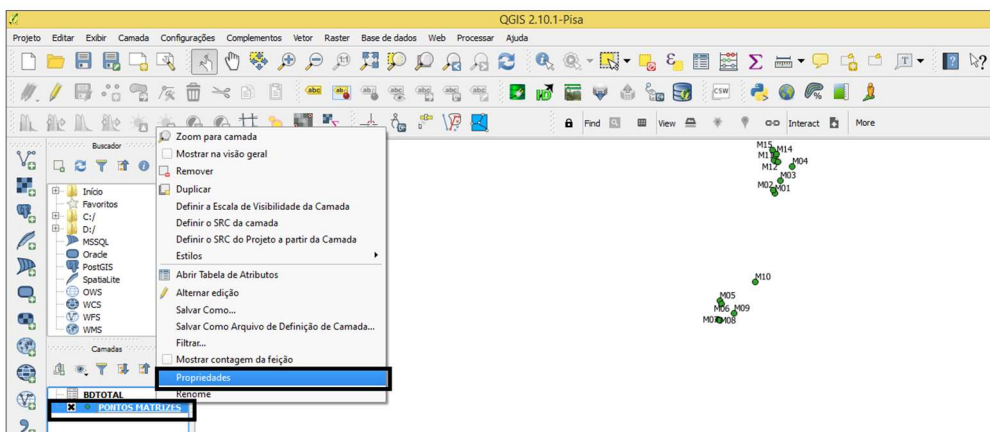


Figura 11. Propriedades.

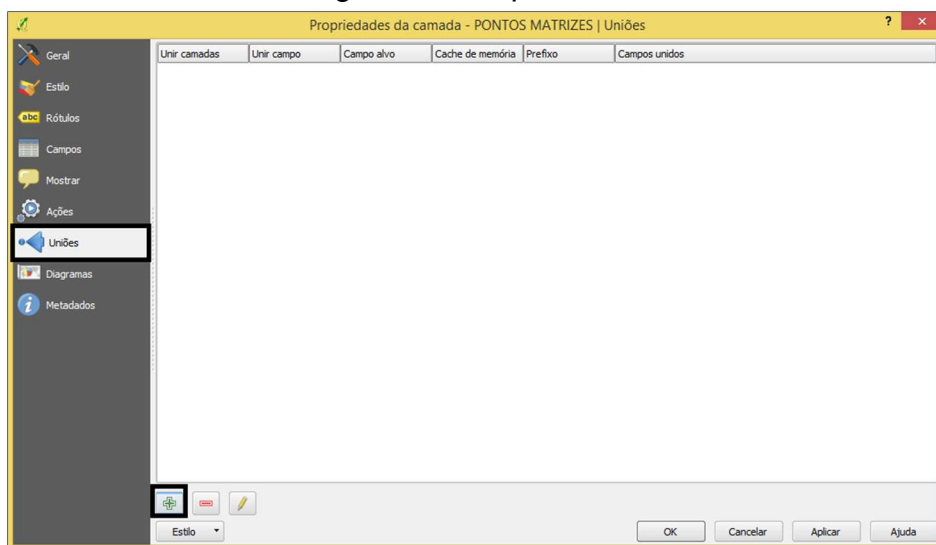


Figura 12. Aba Uniões

Clica no ícone de adição e seleciona as camadas a ser unidas (figura 13), a camada deverá ser confirmada (figura 14).

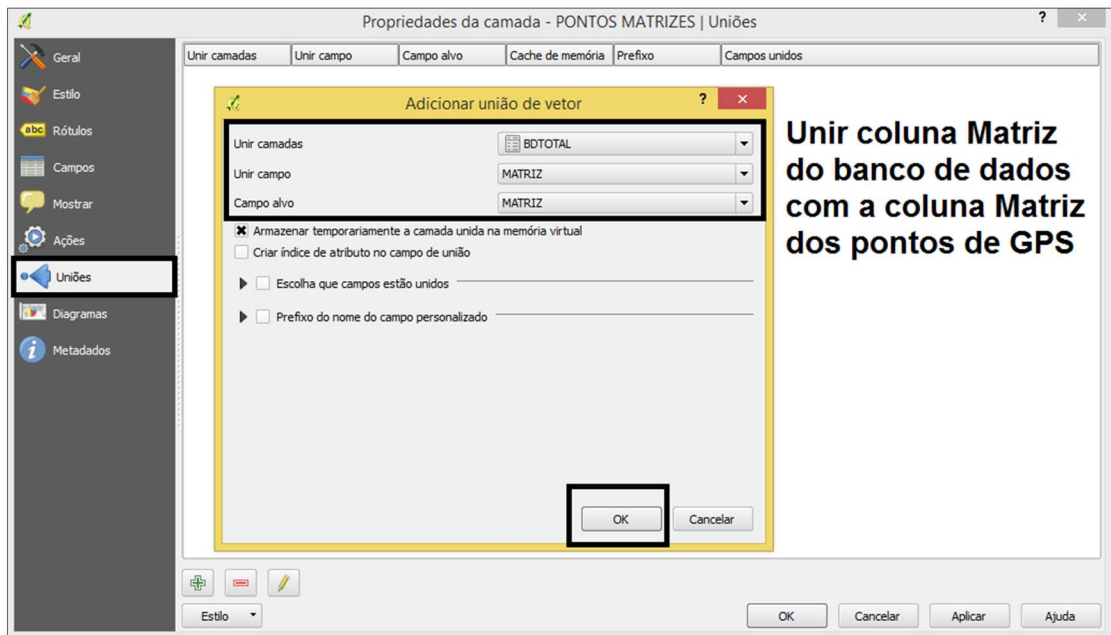


Figura 13. Cruzamento dos pontos com o BD

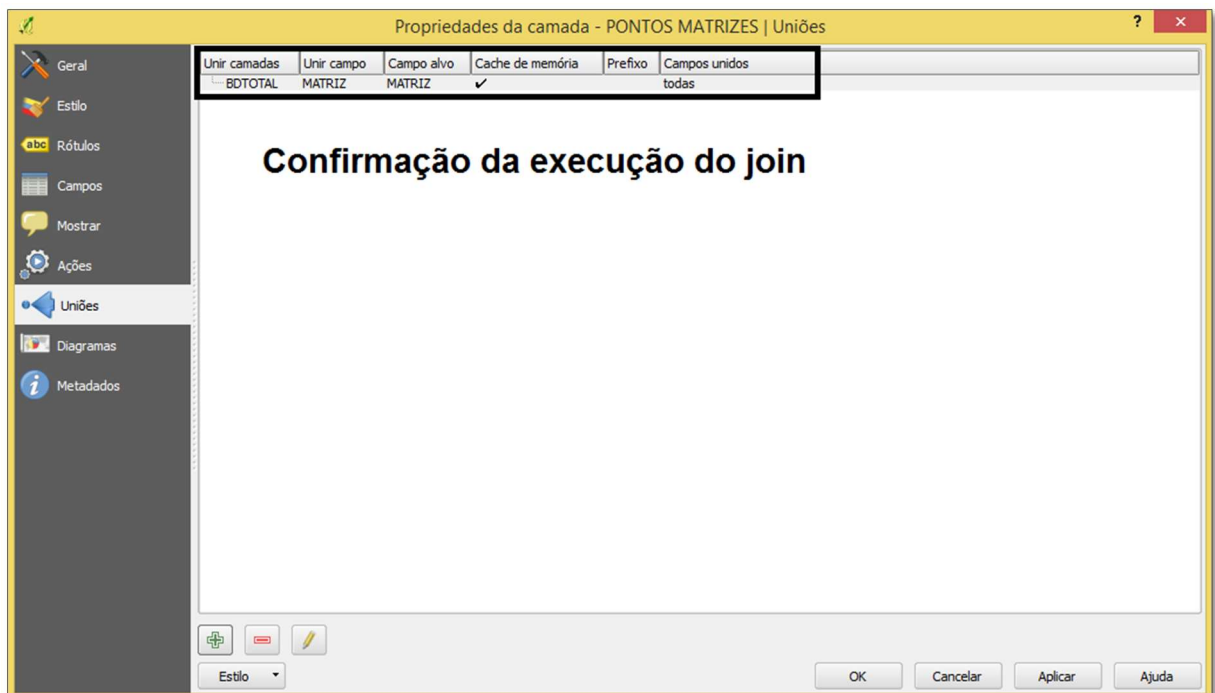


Figura 14. Confirmação da união

6. Para observar se a união foi executada com sucesso, basta clicar na camada Pontos Matrizzes e no ícone Tabela de atributos (figura 15).

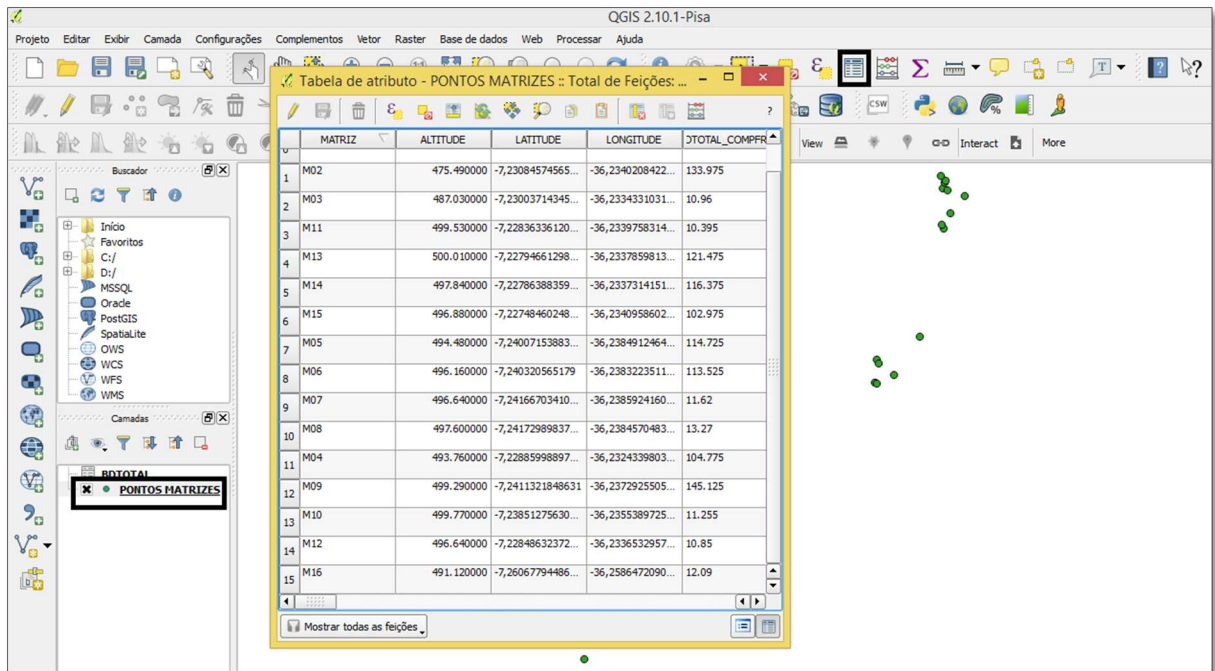


Figura 15. Join executado

- Esta união foi executada temporariamente, para que o *shapefile* incorpore sempre este banco de dados é necessário salvar como um novo arquivo. Para salvar o novo *shapefile*, clica na camada dos pontos (com join provisório) e em salvar como (figura 16)

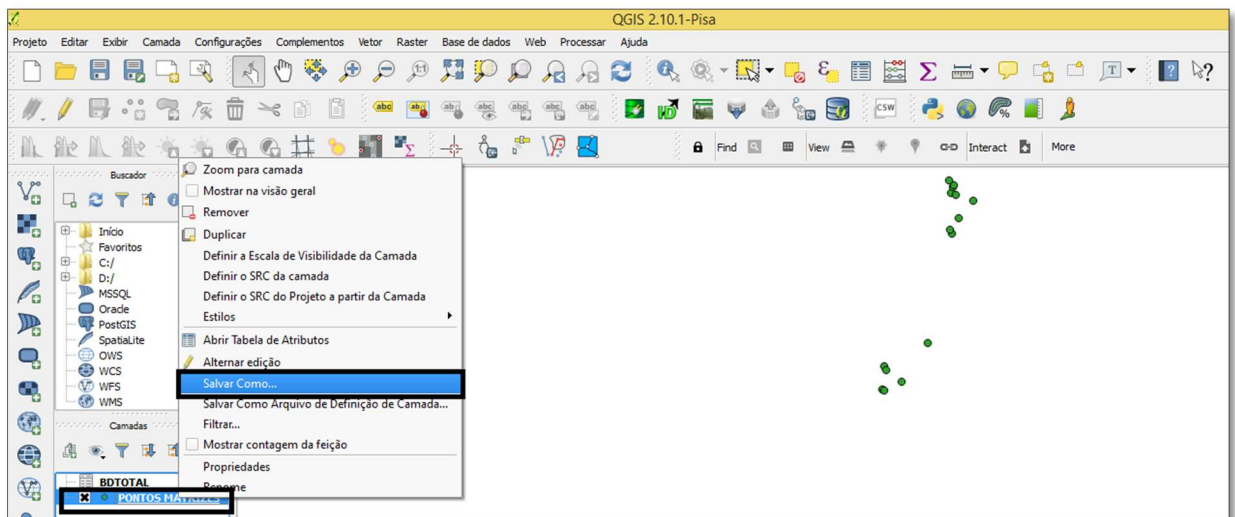


Figura 16. Salvar nova camada

- Busque o local onde deseja salvar o arquivo (figura 17) e salve com novo nome (figura 18), que no caso foi chamado de Matrizes (figura 19).

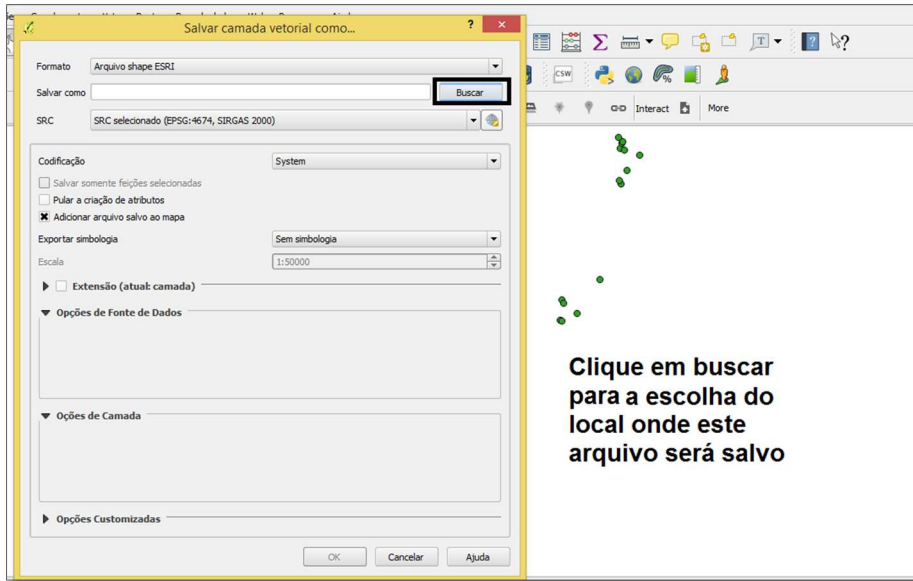


Figura 17. Escolher local de salvamento

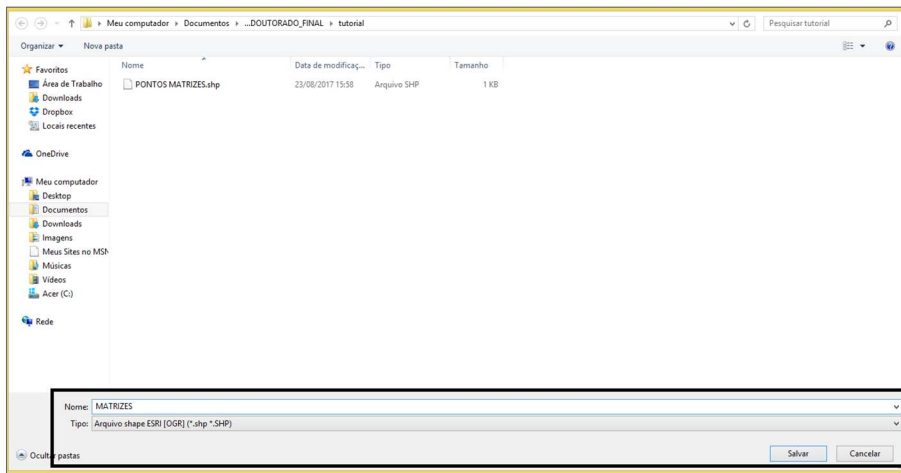


Figura 18. Novo nome

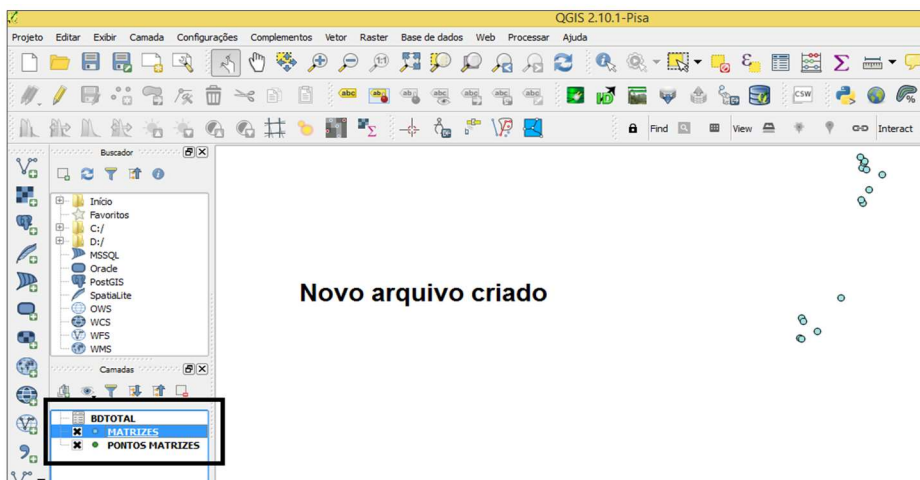


Figura 19. Novo arquivo

8. Encerre esta etapa e abra o novo *shapefile*, para testar o novo arquivo (figura 20).



Figura 20. Encerrar projeto

Adicione camada vetorial (V) e escolha o arquivo tipo *shapefile* que acabou de salvar (figura 21) e observe o banco de dados (figura 22).

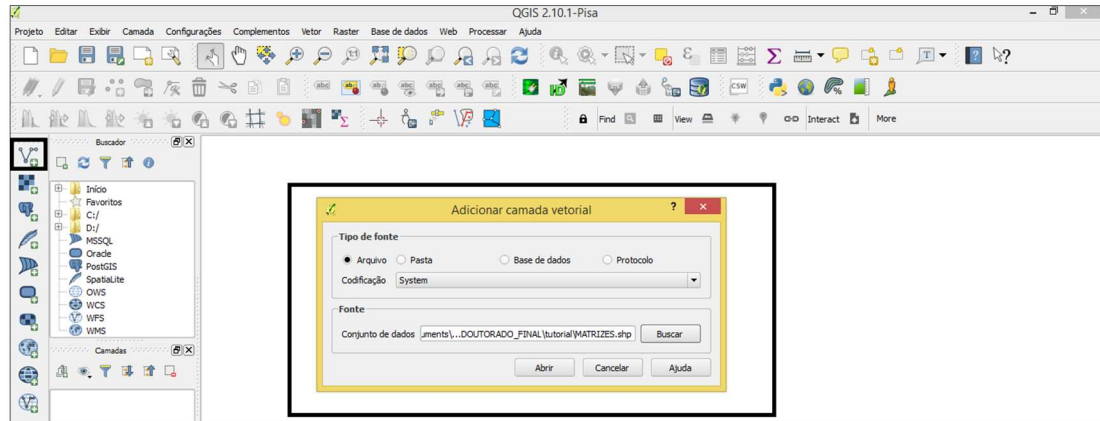


Figura 21. Seleção do *shapefile*

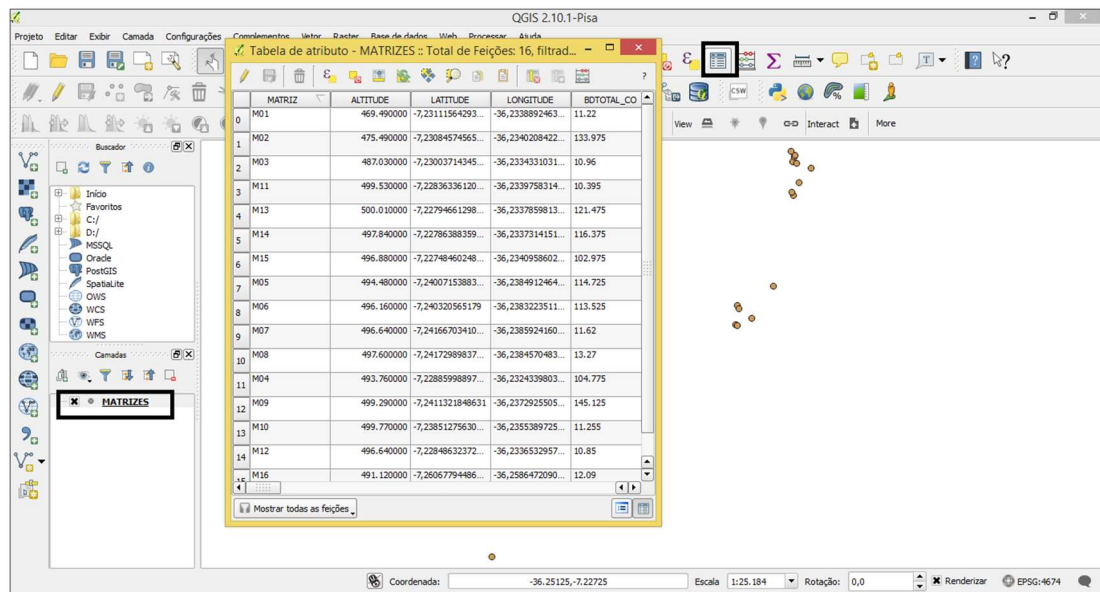
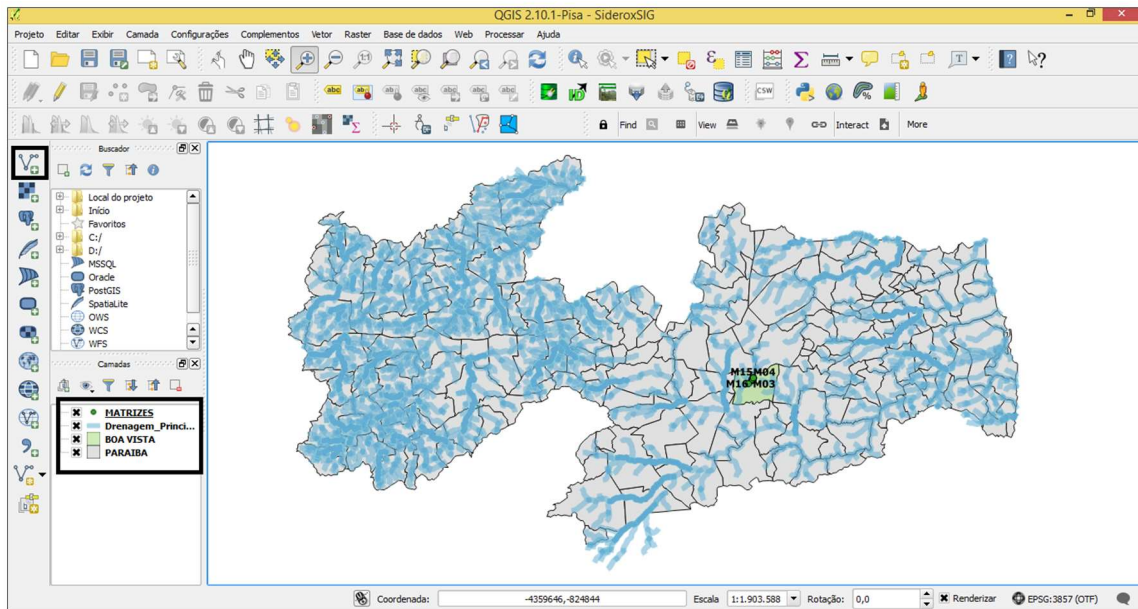


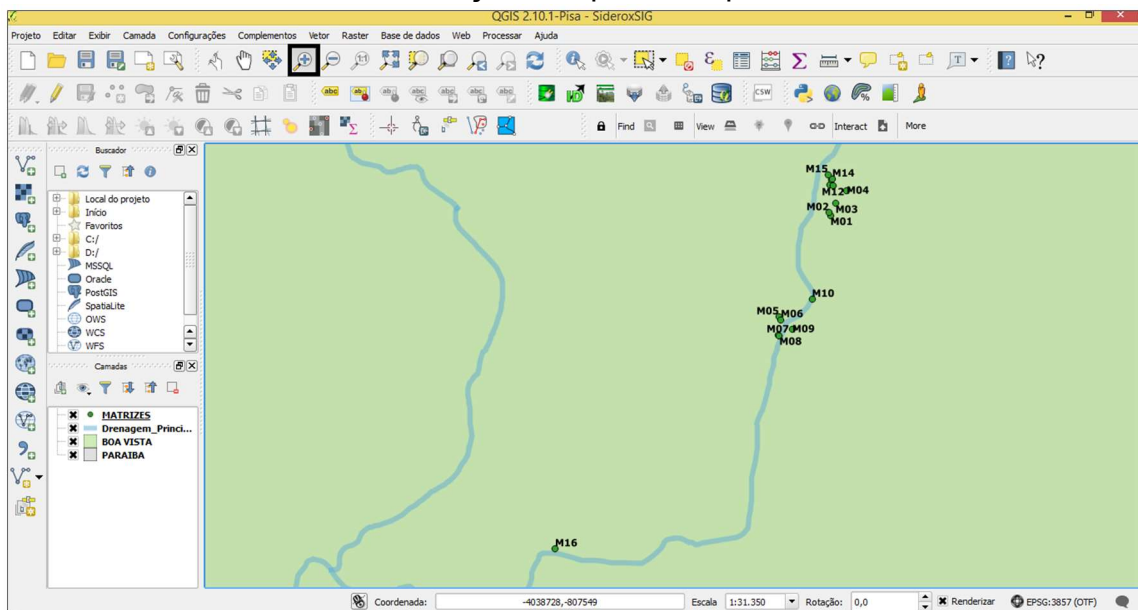
Figura 22. Banco de dados

APÊNDICE 4 - Montagem do Projeto

1. Para criar o projeto SideroxSIG foram adicionadas camadas vetoriais das matrizes, dos rios, do estado e município envolvido na pesquisa.

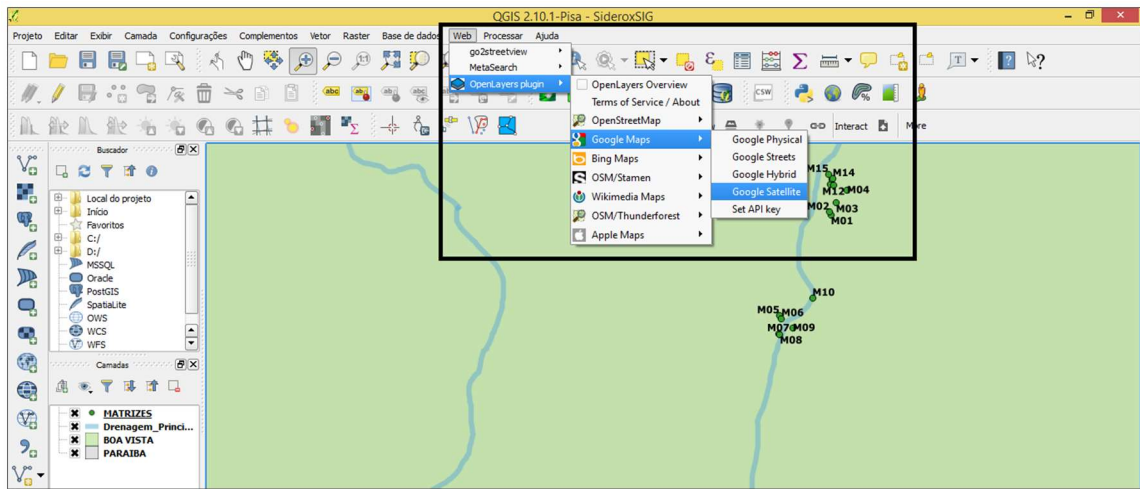


2. Para uma melhor visualização foi aplicado lupa de zoom.

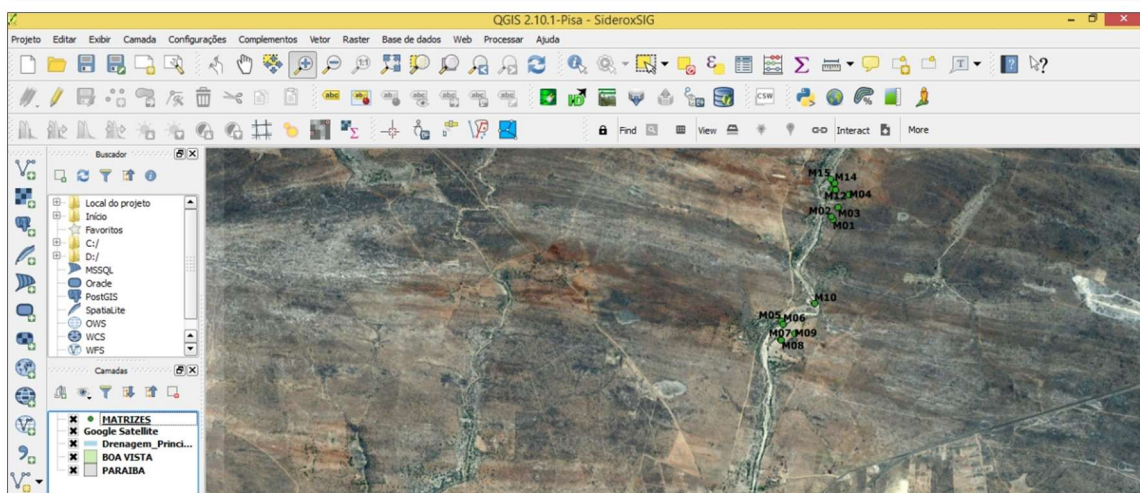
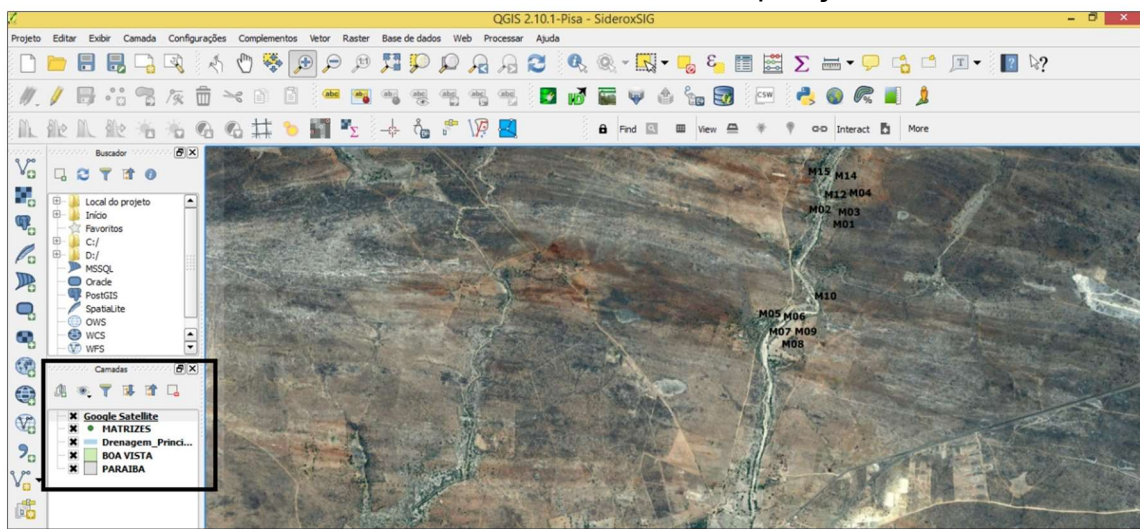


A posição da camada (*shapefile*) disposto na lista altera a visualização; caso esteja com dificuldades de visualização da camada, basta arrastar para baixo.

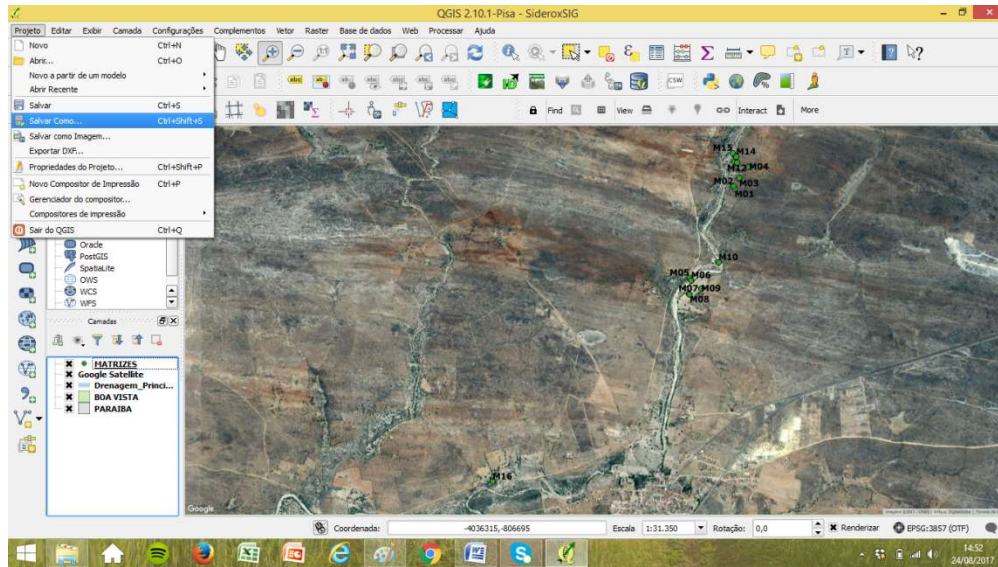
3. Inserir imagem Google Earth.



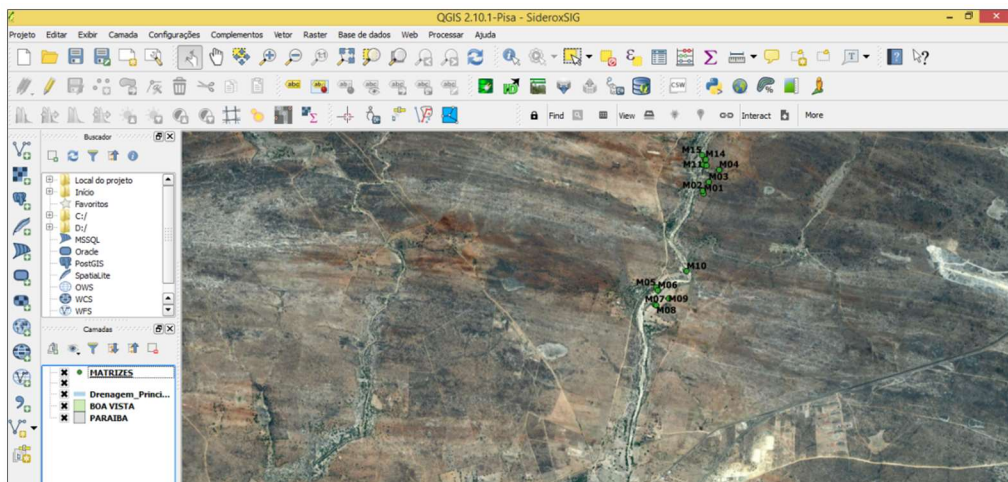
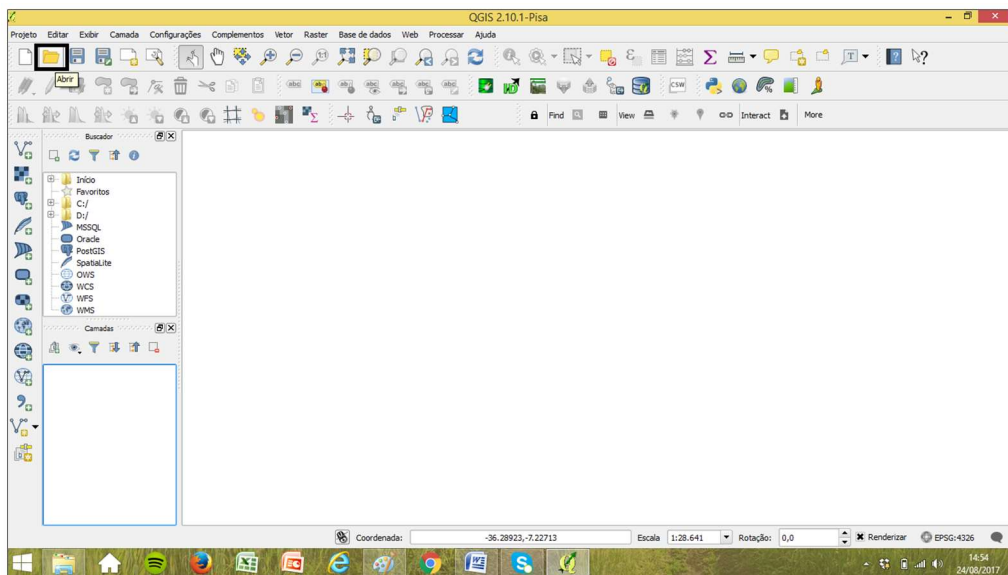
As demais camadas ficaram "invisíveis" visto a disposição da lista:



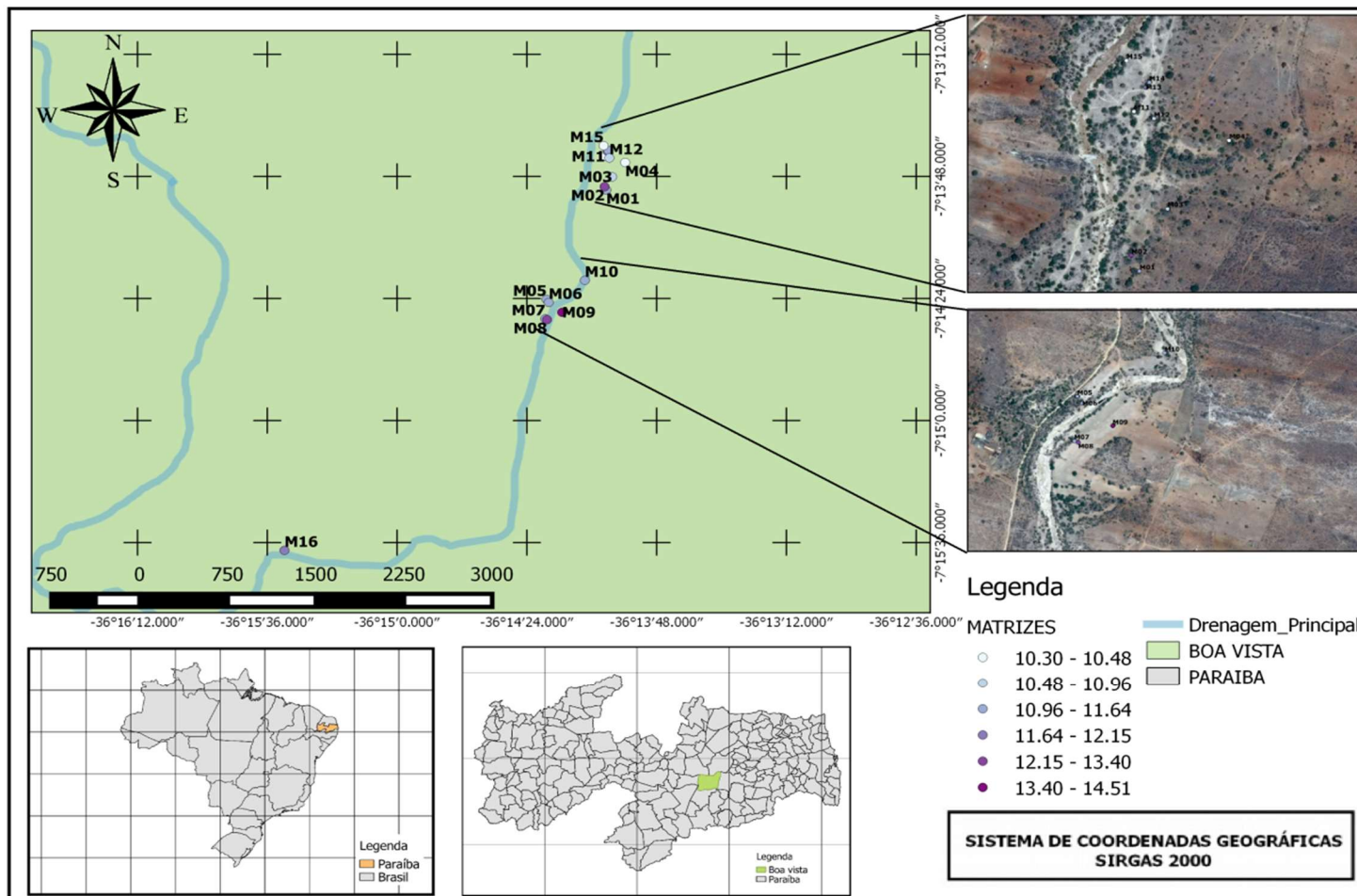
4. Salvar como projeto



5. Após salvo como projeto, basta clicar em abrir, selecionar o arquivo *shapfile* e o conjunto de *shapfile* é inserido na tela.

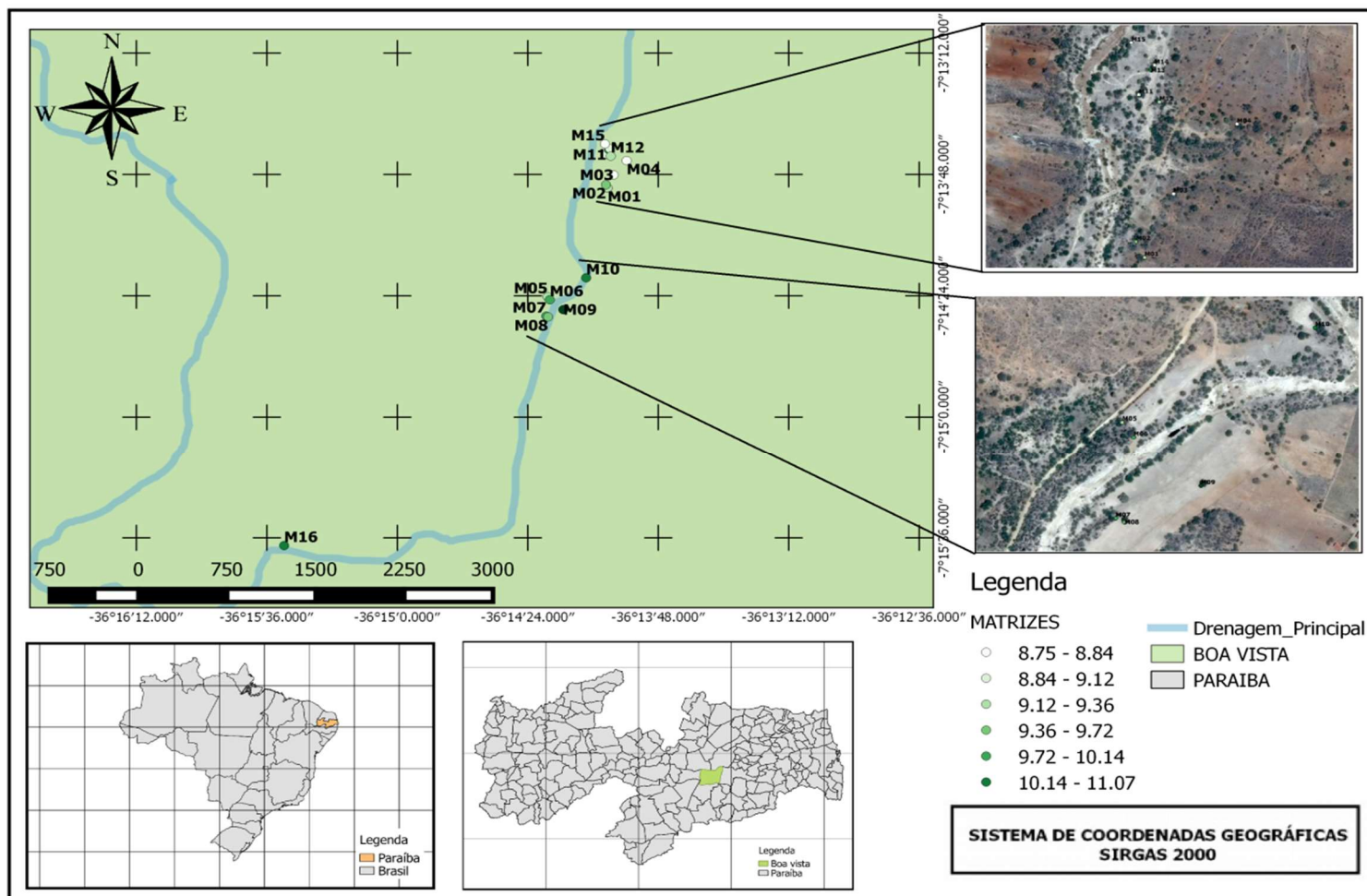


APÊNDICE 5 – Análise espacial do comprimento de frutos de *S. Obtusifolium*



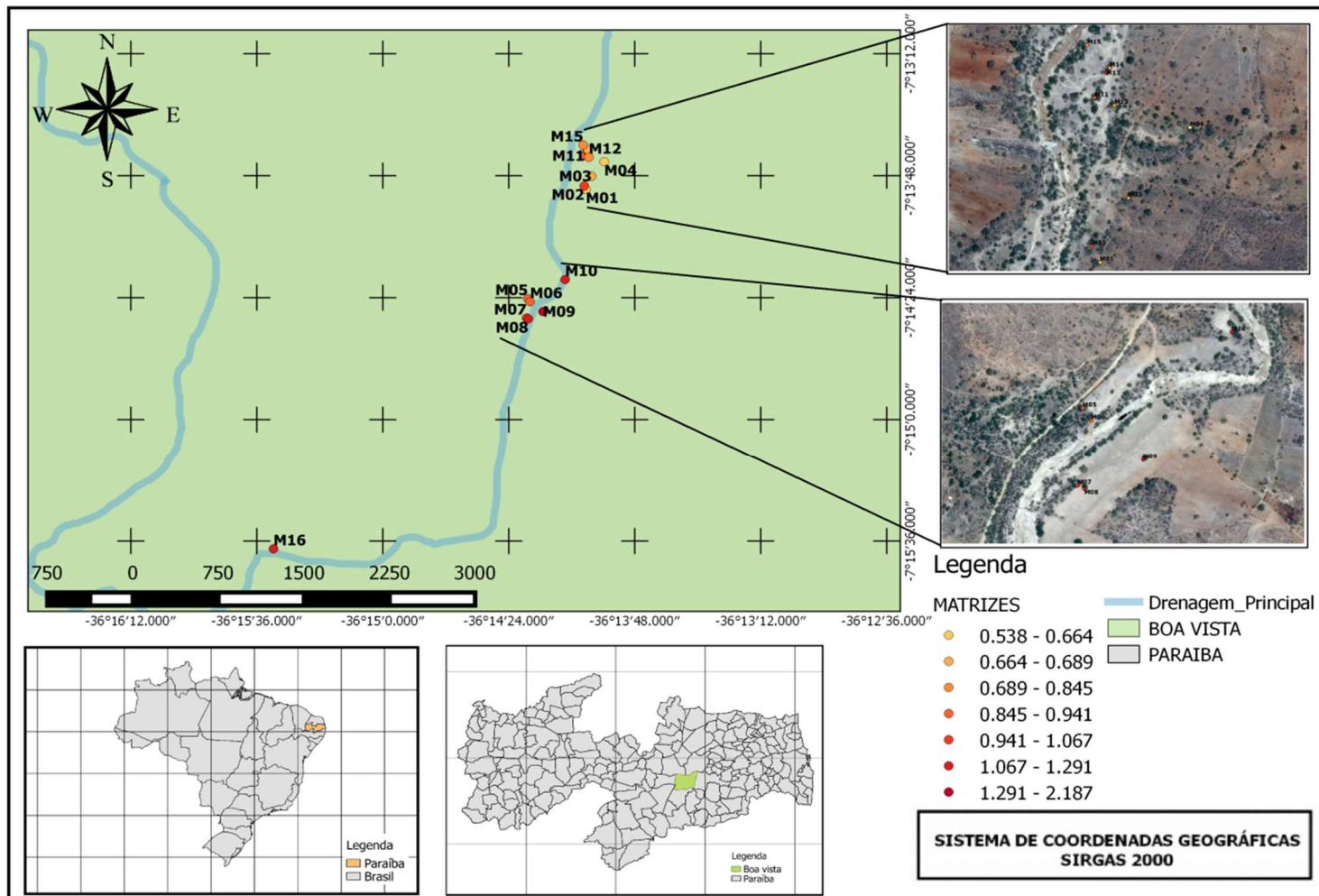
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de comprimento de frutos, em Boa Vista –PB, 2012.

APÊNDICE 6 – Análise espacial do diâmetro de frutos de *S. Obtusifolium*



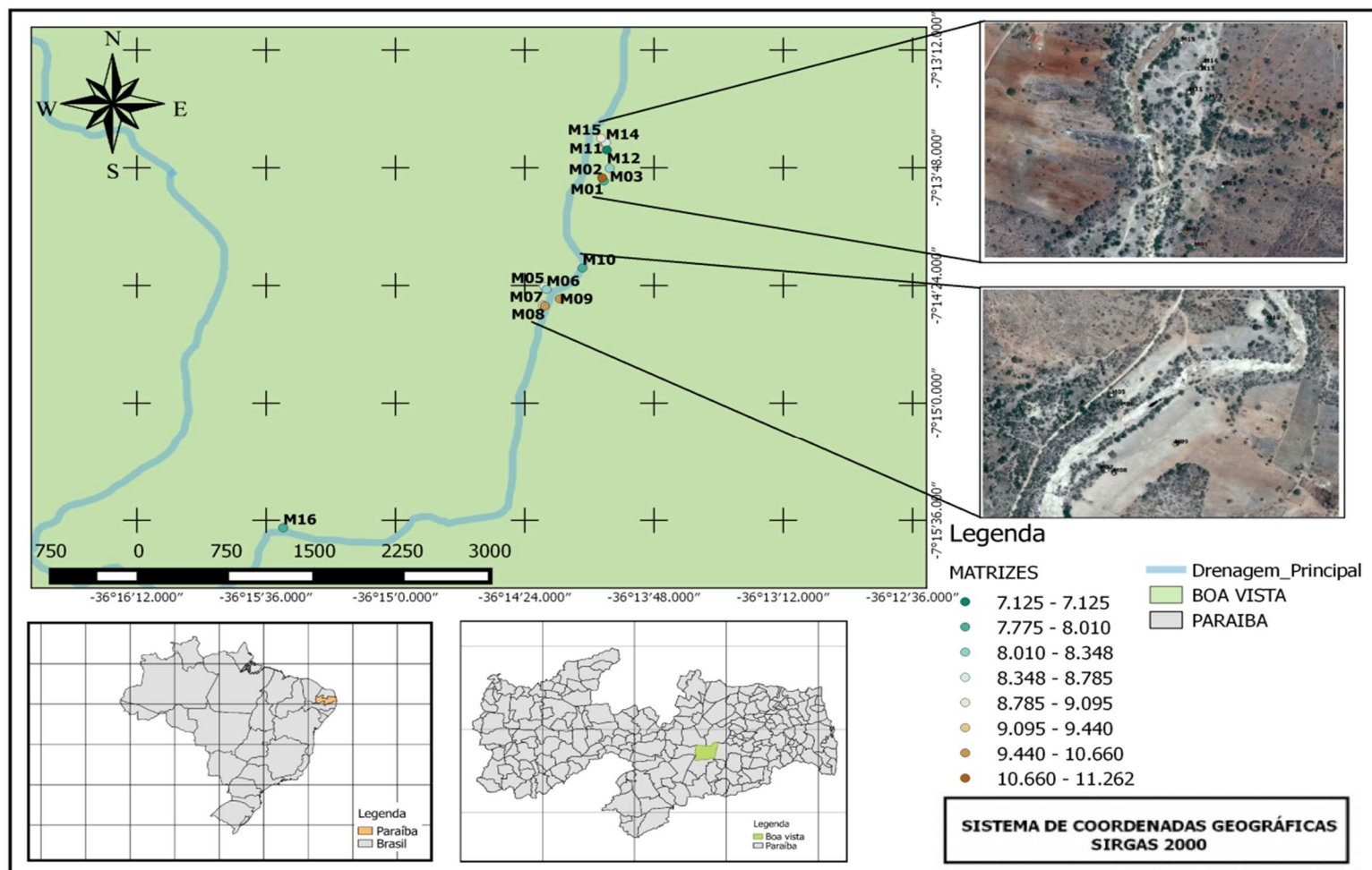
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de diâmetro de frutos, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 7 – Análise espacial do peso de frutos de *S. Obtusifolium*



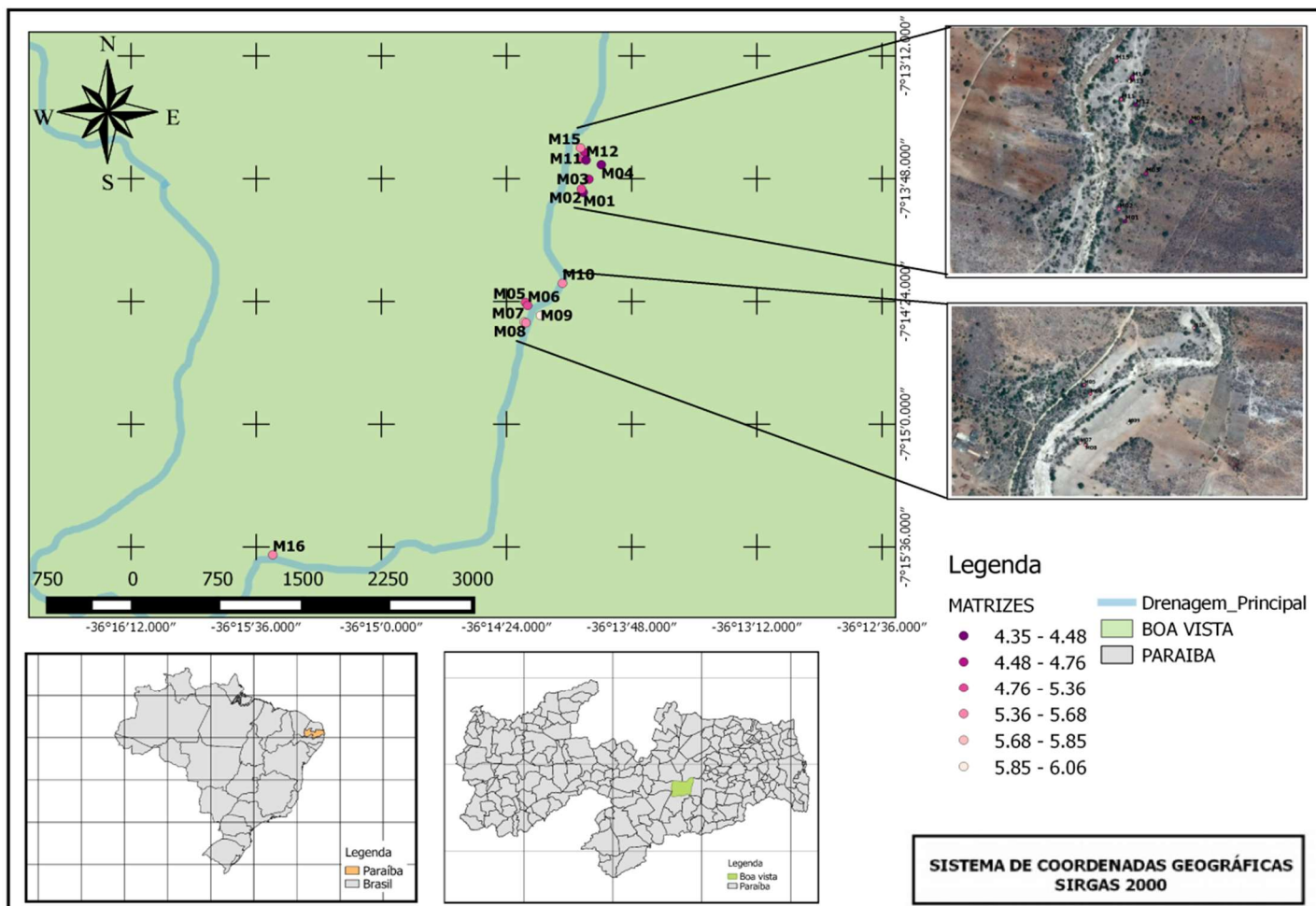
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de peso de frutos, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 8 – Análise espacial do comprimento de sementes de *S. Obtusifolium*



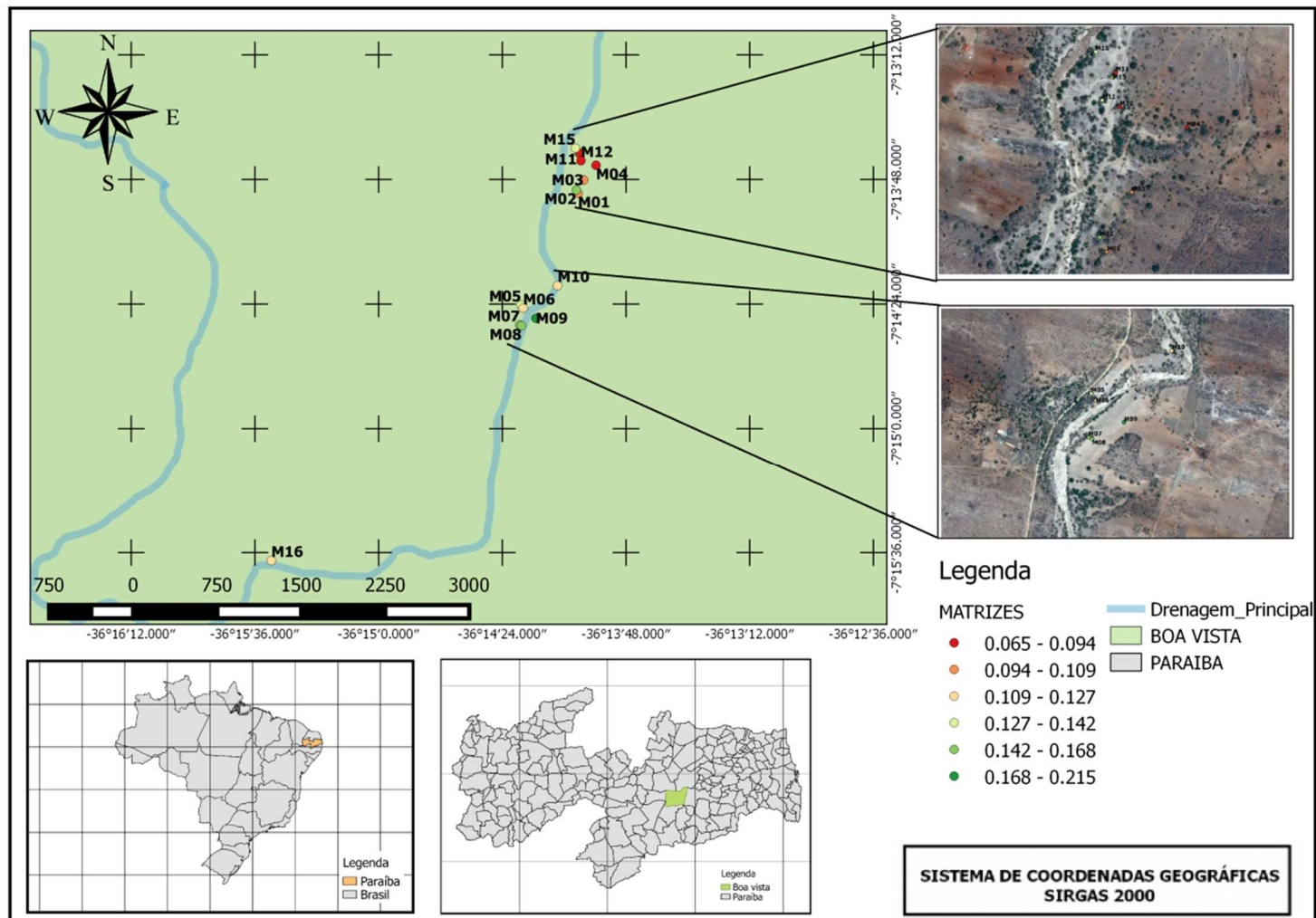
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de comprimento das sementes, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 9 – Análise espacial do diâmetro de sementes de *S. Obtusifolium*



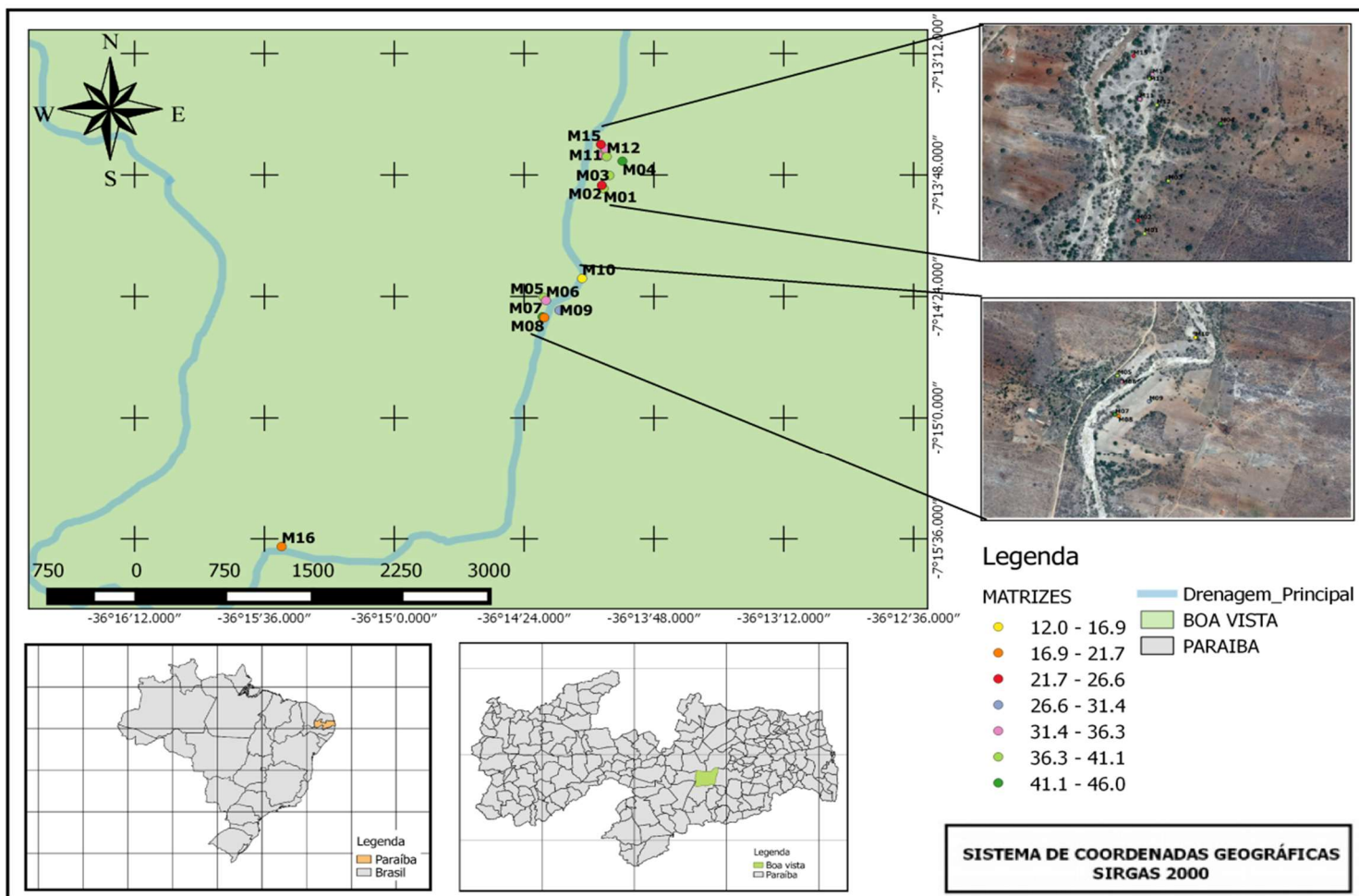
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de diâmetro das sementes, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 10 – Análise espacial do peso de sementes de *S. Obtusifolium*



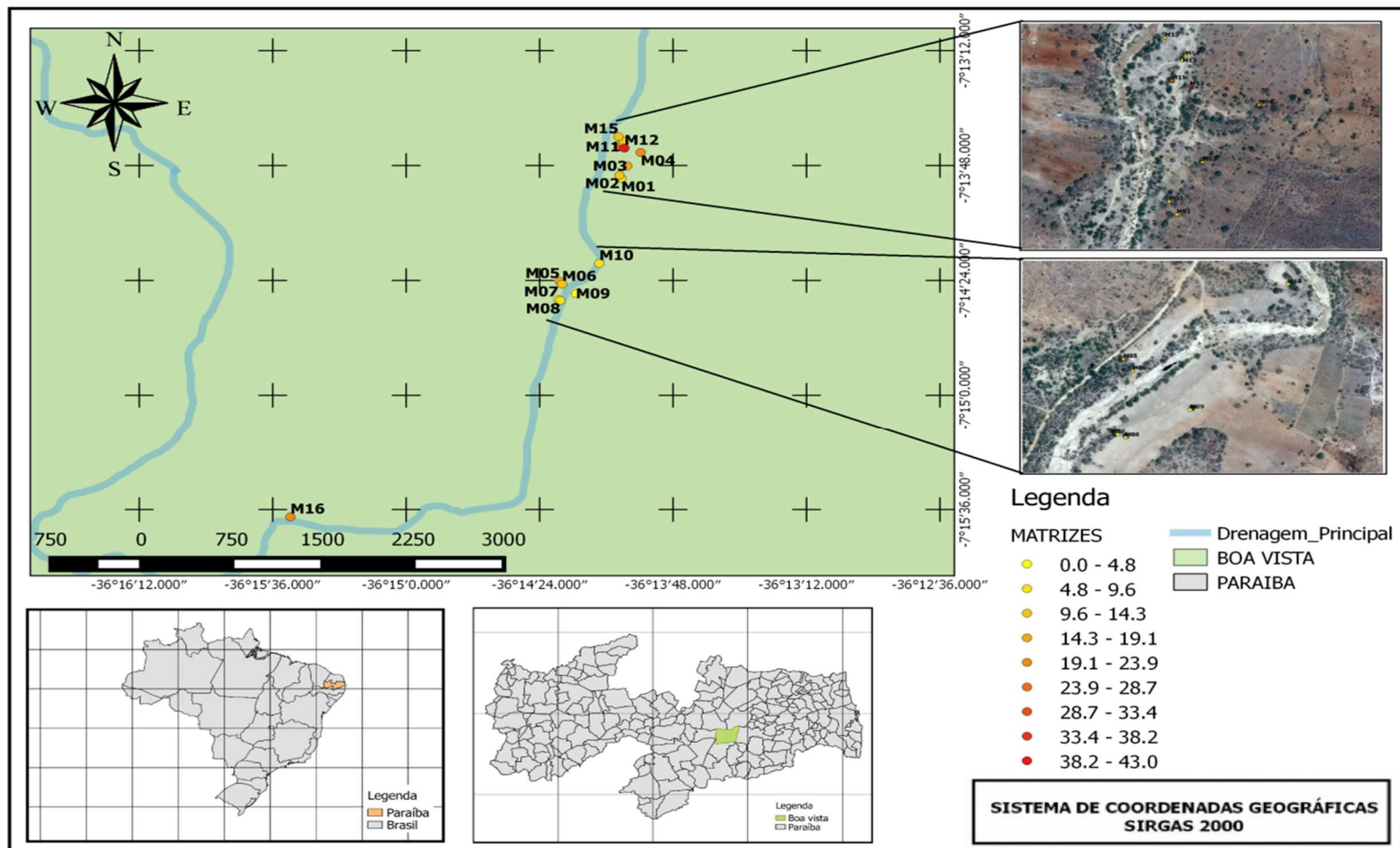
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de peso das sementes, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 11 – Análise espacial da germinação de sementes de *S. Obtusifolium*



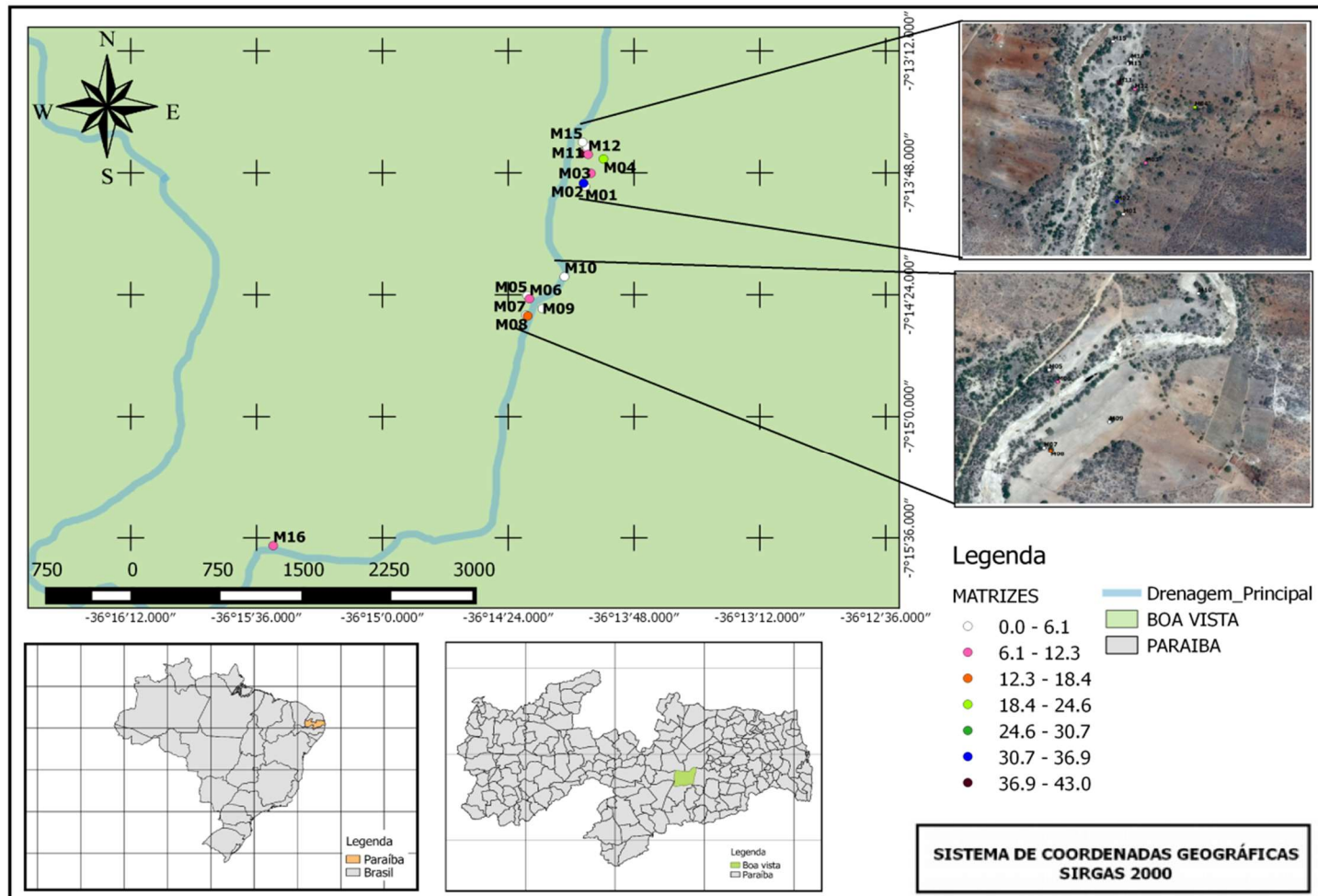
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de germinação de sementes, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 12 – Análise espacial da emergência de plântulas de *S. Obtusifolium*



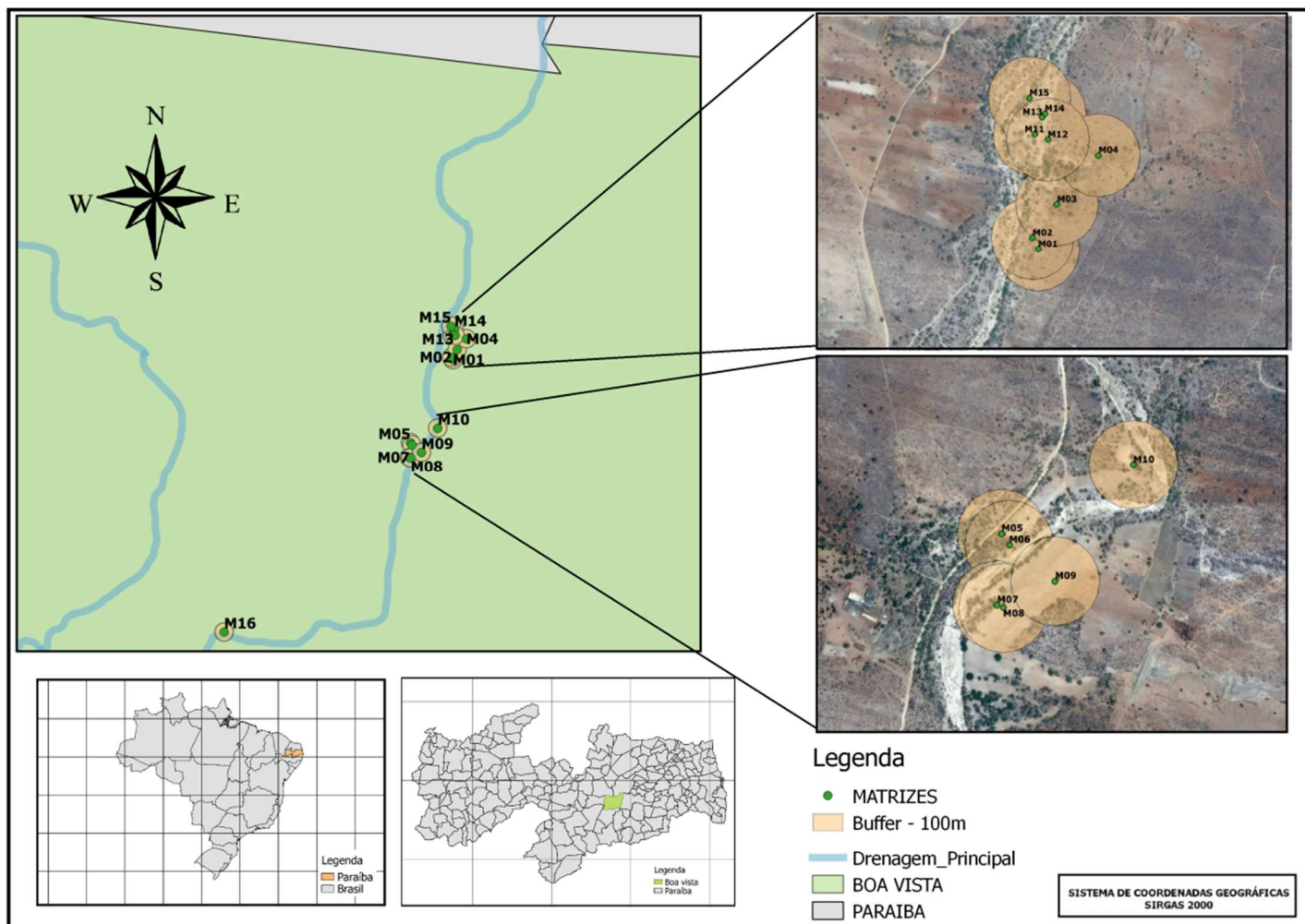
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de emergência de plântulas, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 13 – Análise espacial da germinação de sementes de *S. Obtusifolium* após teste de condutividade elétrica



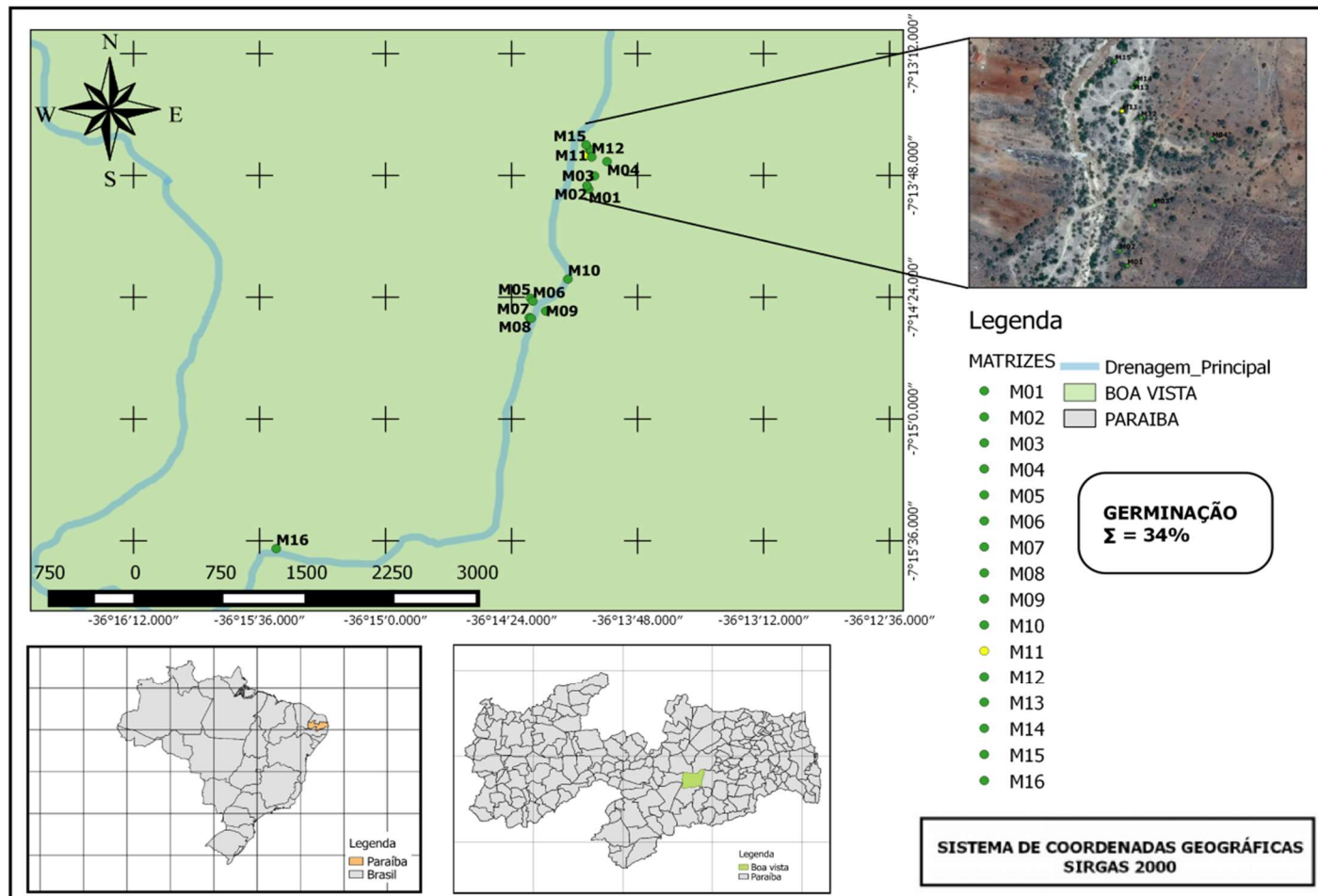
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* por valores de germinação de sementes após teste de condutividade elétrica, em Boa Vista – PB, 2012.

APÊNDICE 14 – Análise espacial da proximidade de plantas matrizes de *S. Obtusifolium*



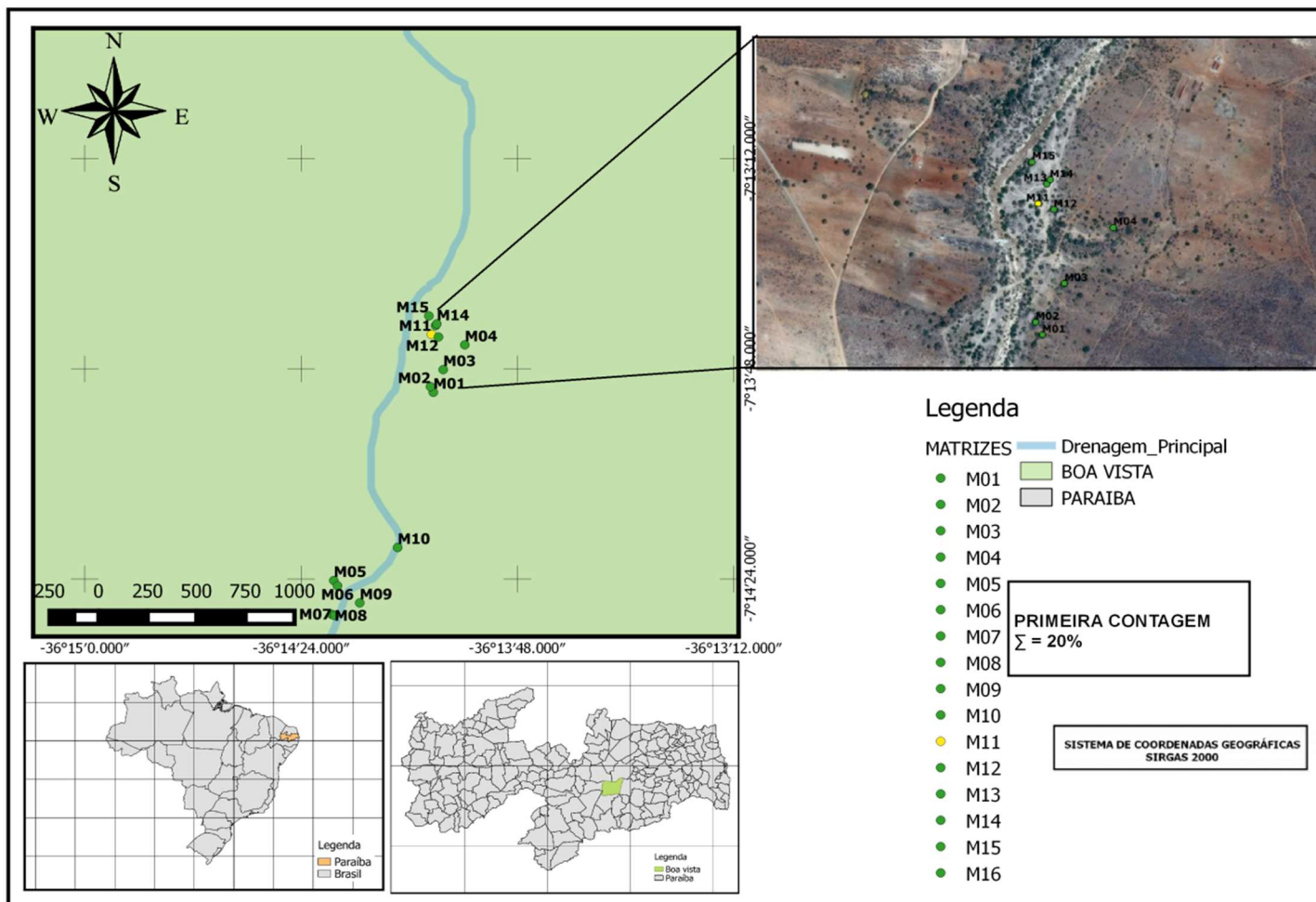
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* em função do raio de 100 metros de seu centróide

APÊNDICE 15 – Análise espacial multicritério de testes de germinação



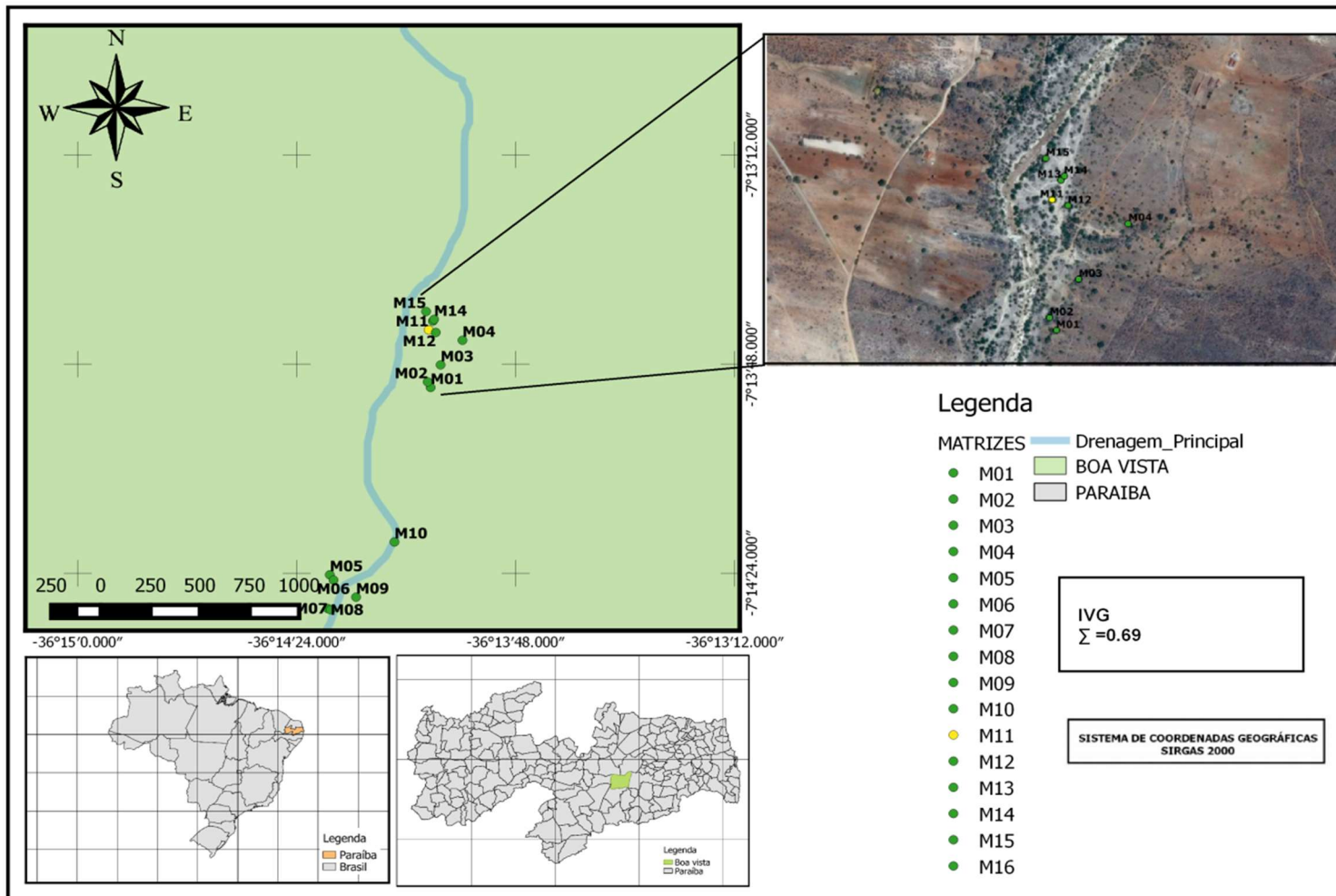
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* segundo análise multicritério dos testes de germinação

APÊNDICE 16 – Análise espacial multicritério de testes de primeira contagem da germinação



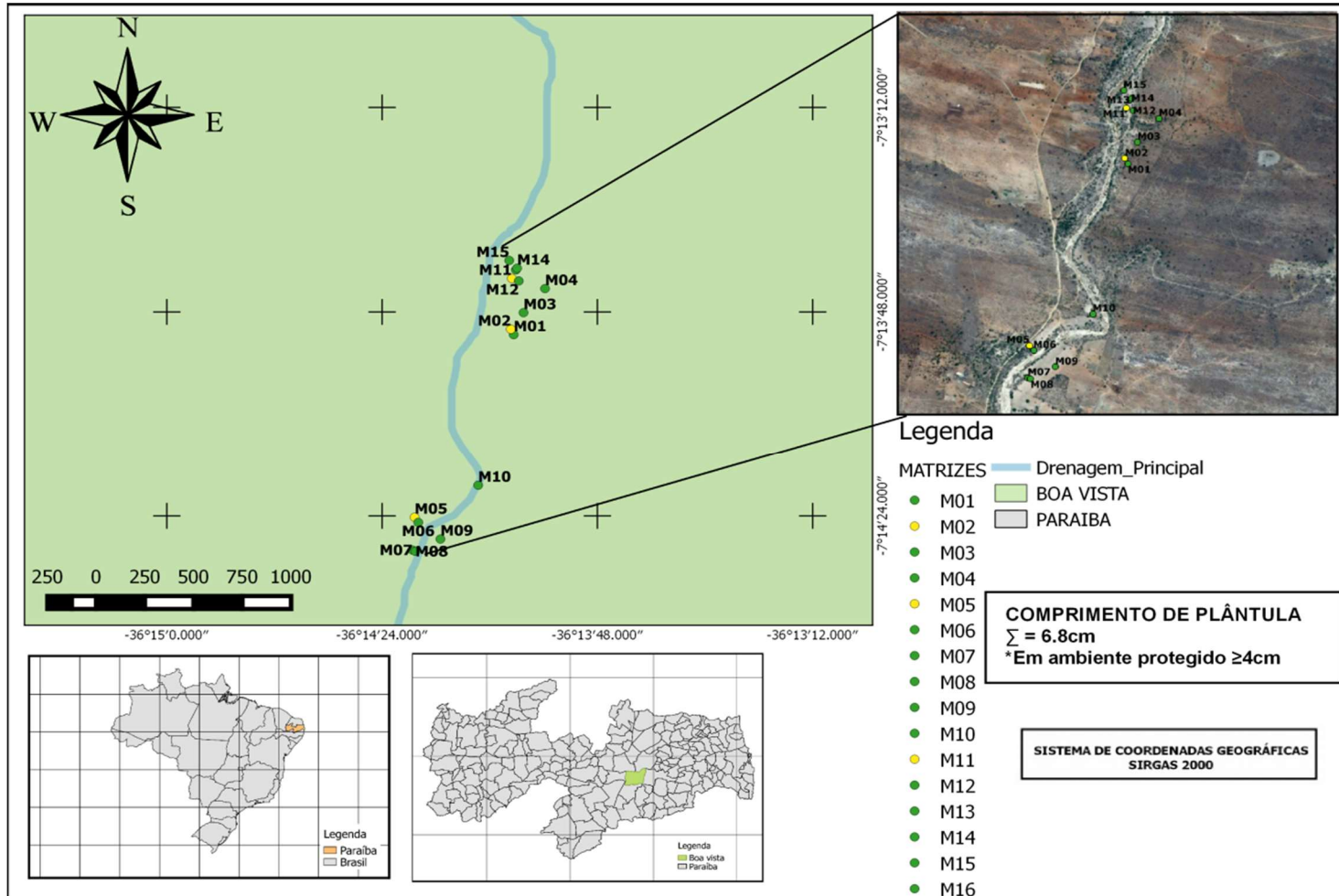
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* segundo análise multicritério dos testes de primeira contagem da germinação

APÊNDICE 17 – Análise espacial multicritério de testes de IVG



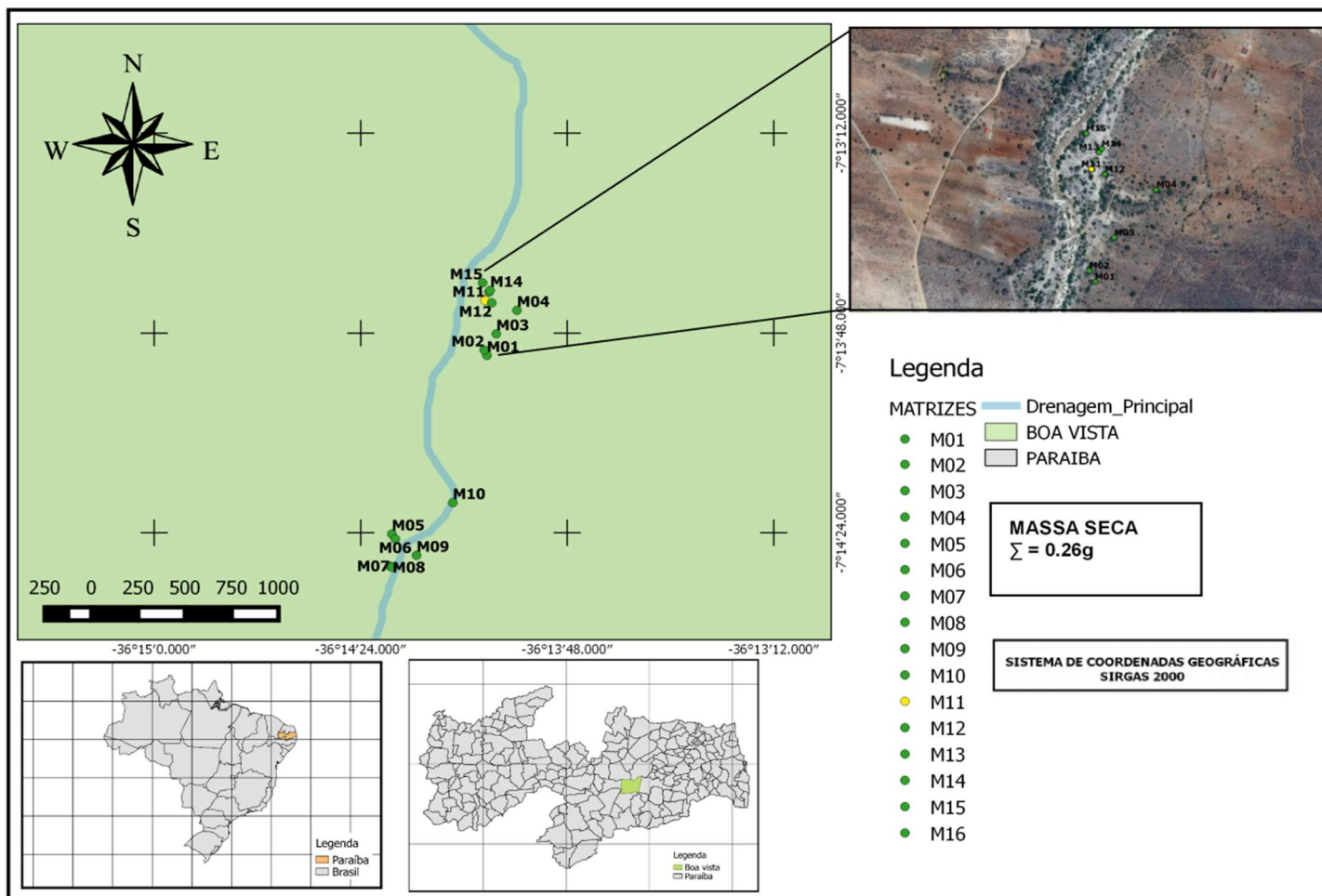
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* segundo análise multicritério dos testes de IVG

APÊNDICE 18 – Análise espacial multicritério de testes de comprimento de plântula na parte aérea



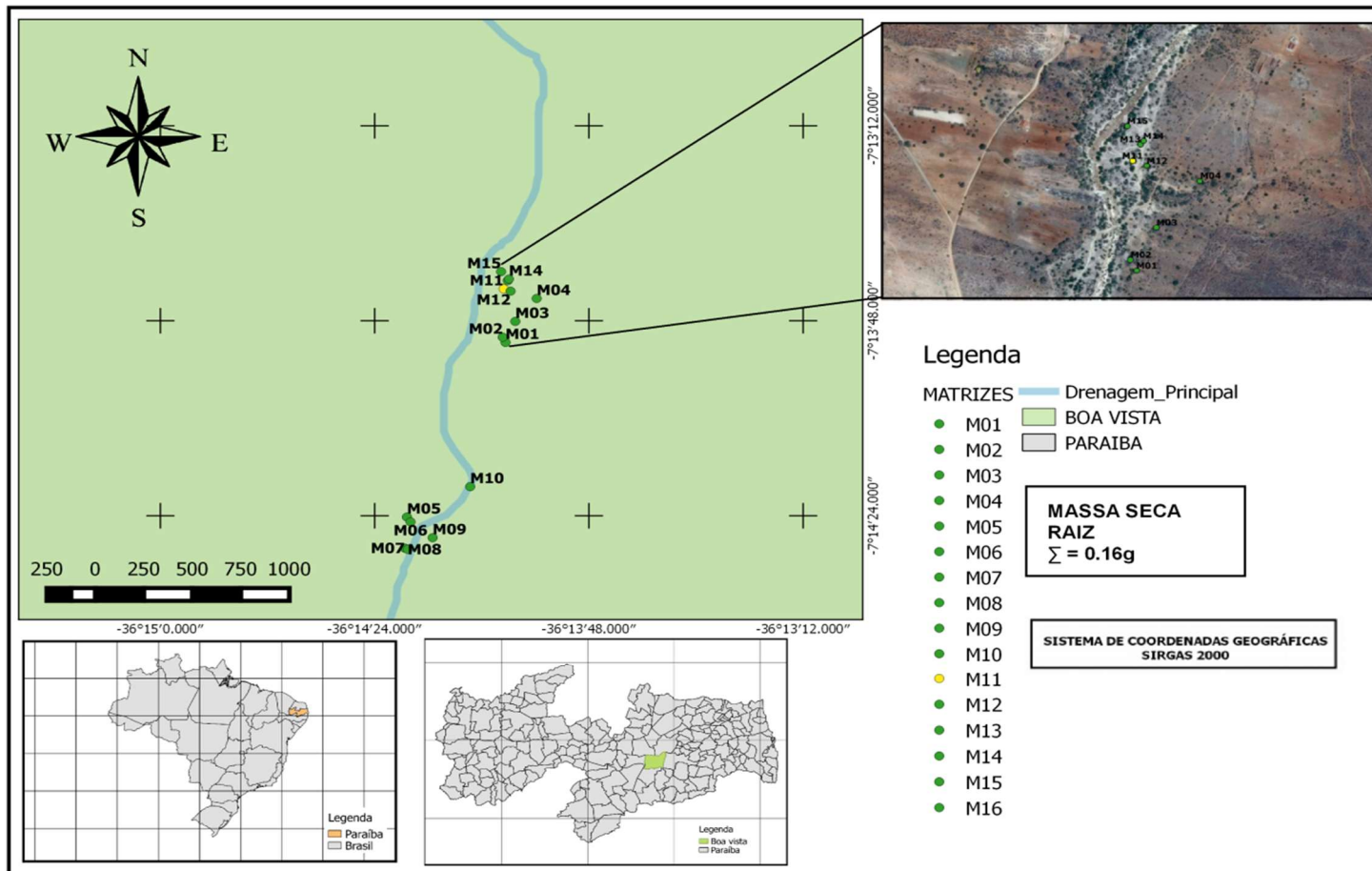
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* segundo análise multicritério dos testes de comprimento de plântula na parte aérea

APÊNDICE 19 – Análise espacial multicritério de testes de massa seca de plântula na parte aérea



Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* segundo análise multicritério dos testes de Massa Seca de plântula na parte aérea

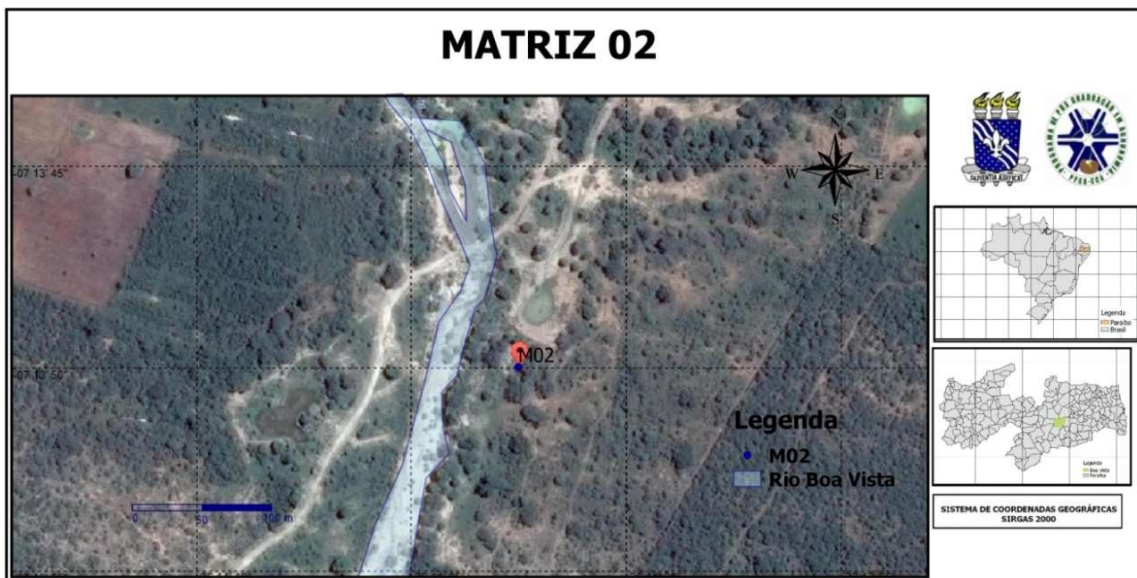
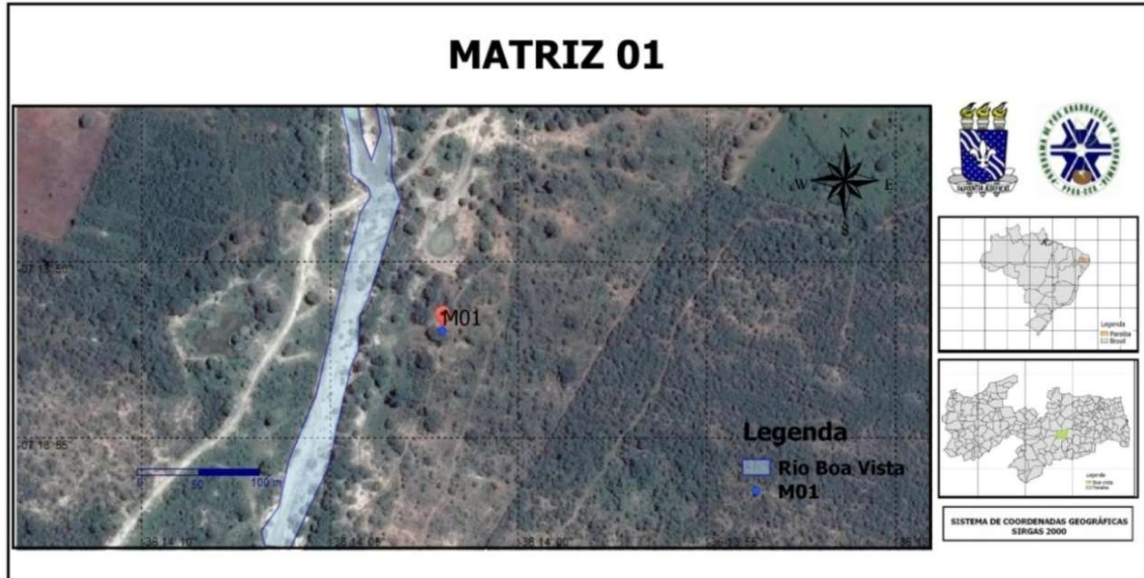
APÊNDICE 20 – Análise espacial multicritério de testes de massa seca de plântula na raiz



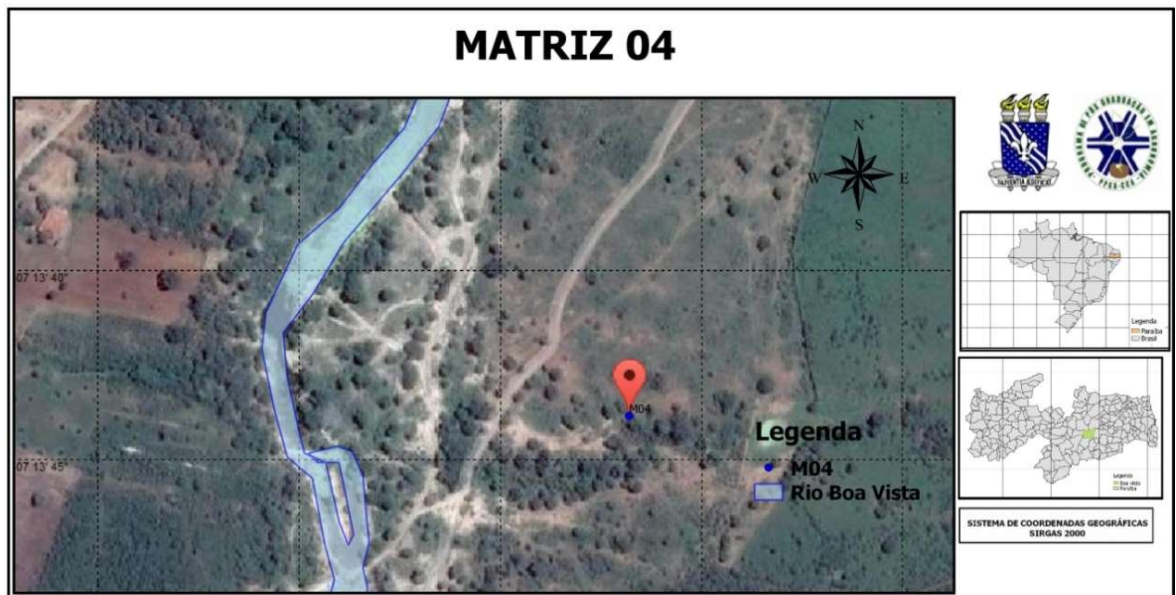
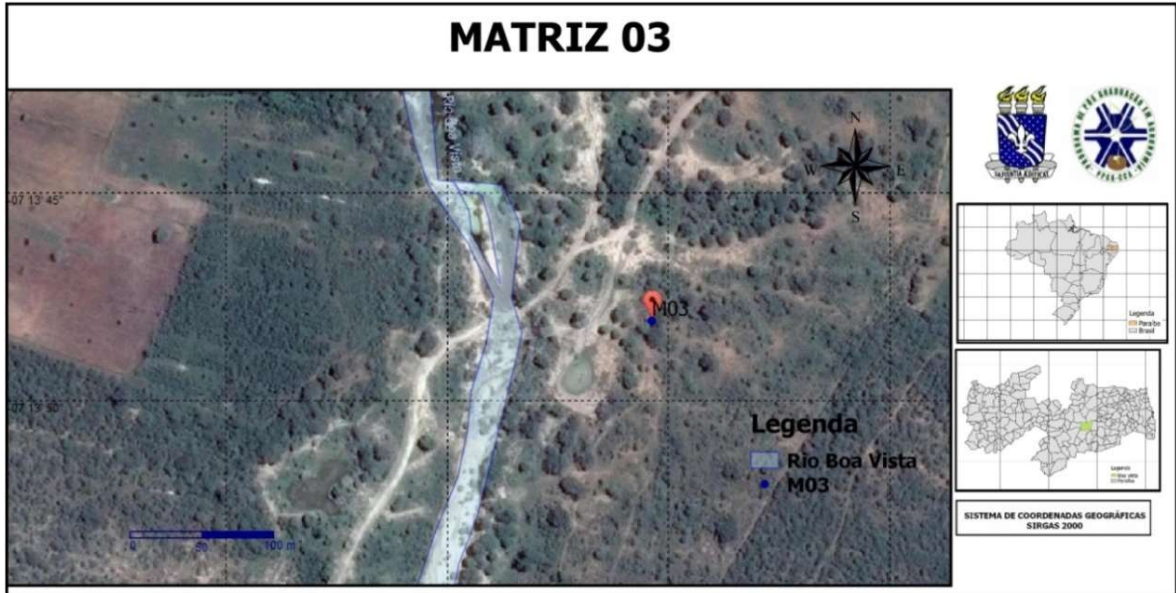
Mapa da distribuição espacial das plantas matrizes de *S. Obtusifolium* segundo análise multicritério dos testes de Massa Seca de plântula na raiz

ANEXOS

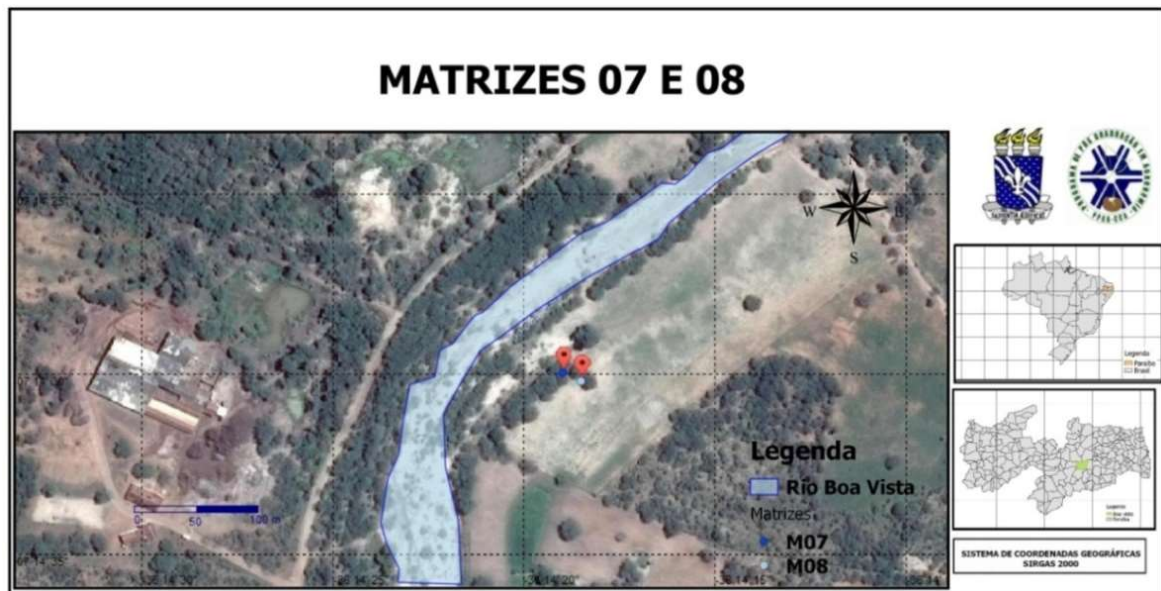
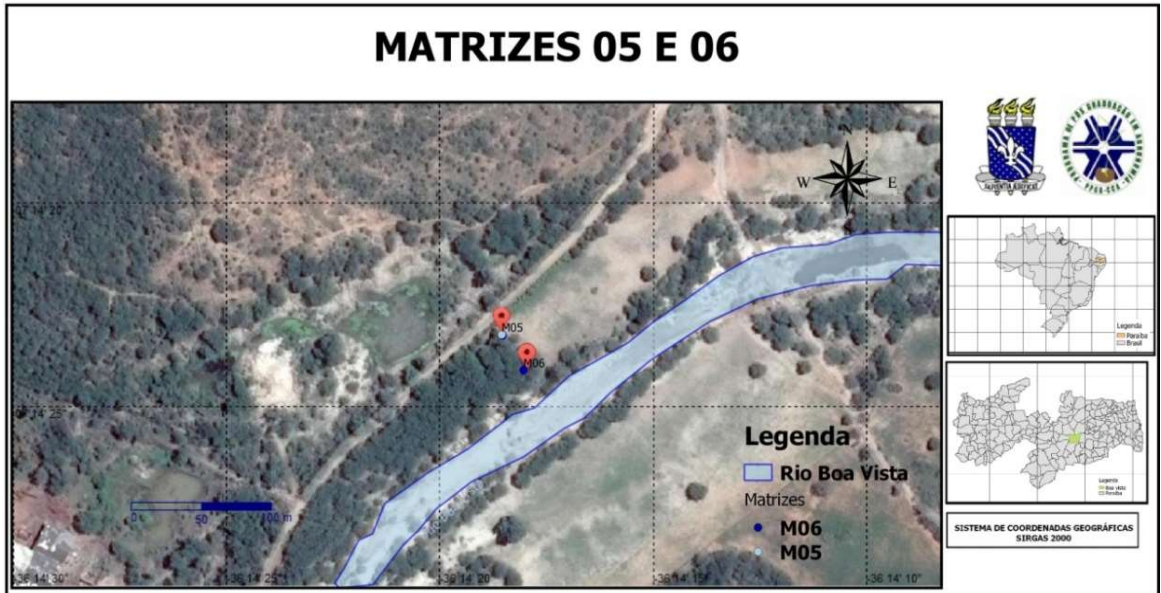
ANEXO 1 – MATRIZES M01 E M02



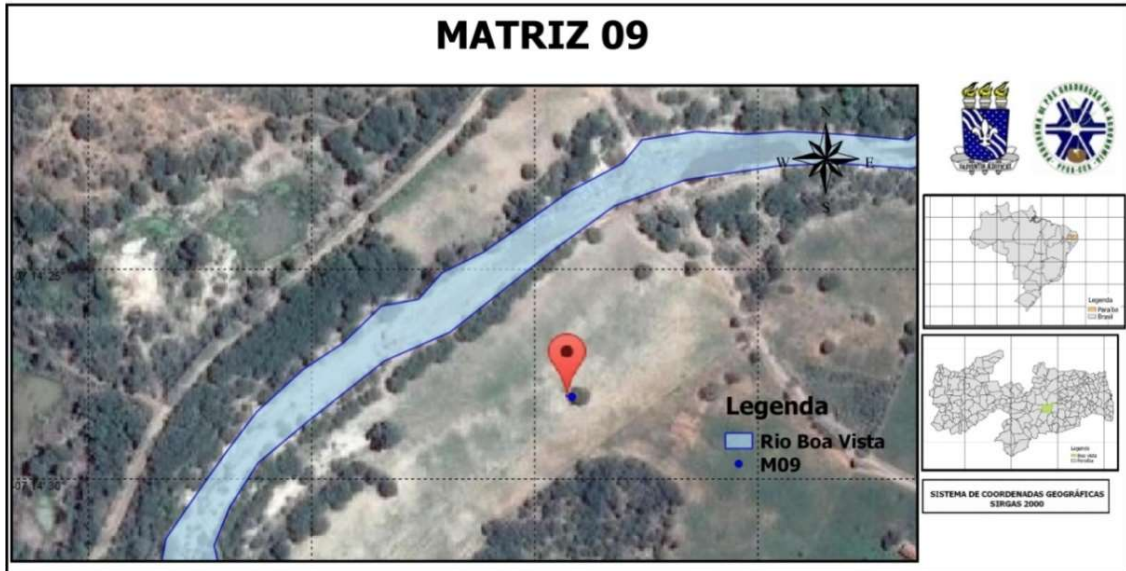
ANEXO 2 – MATRIZES M03 E M04



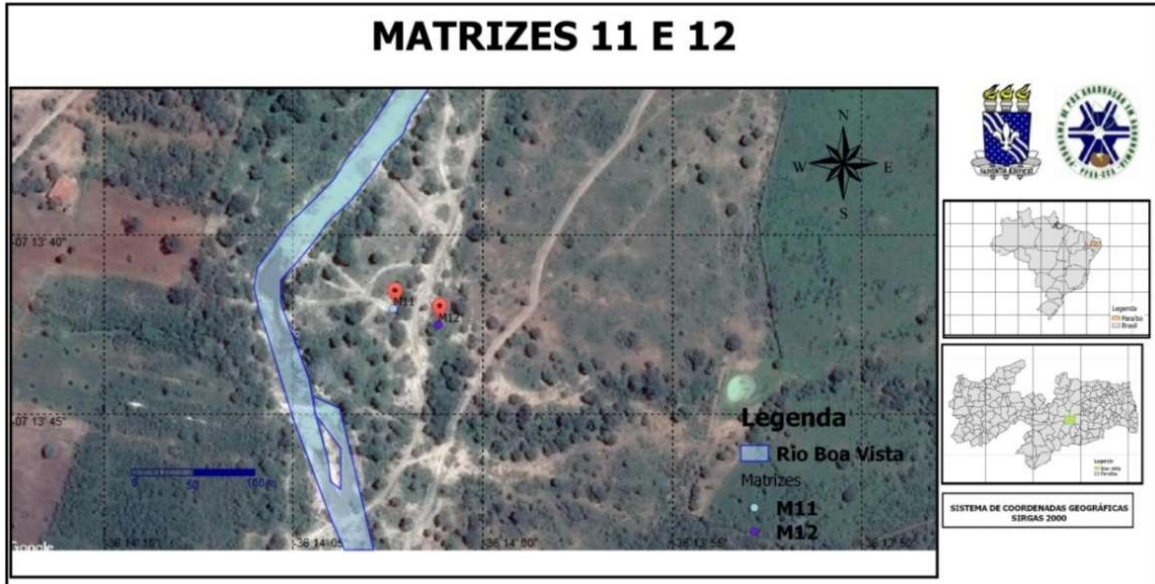
ANEXO 3 – MATRIZES M05, M06, M07 E M08



ANEXO 4 – MATRIZES M09 E M10



ANEXO 5 – MATRIZES M11, M12, M13 E M14



ANEXO 6 – MATRIZES M15 E M16

