



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

**ANÁLISE DE VEGETAÇÃO E SOLOS EM ÁREAS DE  
NASCENTES DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
PIAUTINGA, SERGIPE**

**GILMARA DA SILVA FREIRE**

**2019**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

**GILMARA DA SILVA FREIRE**

**ANÁLISE DE VEGETAÇÃO E SOLOS EM ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientador  
Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira

SÃO CRISTÓVÃO  
SERGIPE - BRASIL  
2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

F866a Freire, Gilmara da Silva  
Análise de vegetação e solos em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe / Gilmara da Silva Freire; orientador: Robério Anastácio Ferreira. – São Cristóvão, SE, 2019.  
71 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Agrobiodiversidade. 2. Matas ripárias – Sergipe. 3. Levantamentos florestais. 4. Solos - Composição. 5. Bacia hidrográfica – Rio Piauitinga. I. Ferreira, Robério Anastácio, orient. II. Título.

CDU: 630\*231(813.7)

**GILMARA DA SILVA FREIRE**

**ANÁLISE DE VEGETAÇÃO E SOLOS EM ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA em 29 de julho de 2019.

---

Prof. Dr. Airon José da Silva  
(UFS)

---

Prof. Dr. Anderson Nascimento do Vasco  
(IFS)

---

Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira  
UFS  
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO  
SERGIPE - BRASIL

*Aos meus pais, Dogival e Givalda,  
com profunda gratidão pelo amor,  
incentivo, força e dedicação.*  
***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me conceder o dom da vida e por sempre iluminar os meus caminhos, dando-me ânimo e paz de espírito para seguir minha caminhada.

Aos meus pais, Givalda e Dogival, pelos ensinamentos, por me mostrarem o valor de uma educação baseada no respeito, carinho e dedicação, pelo amor incondicional dedicado. Também aos meus irmãos Jeferson, Jussara, Géssica, Quinor, Júnior, Kaique e Lanay por todos os momentos felizes que proporcionamos de forma mútua, pela amizade e amor que sempre nos une.

Ao Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira, por propor realizar esse trabalho juntamente comigo e por todas as orientações.

Ao Prof. Dr. Airon José da Silva pela orientação.

Agradeço à Profa. Dra. Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira e à Dra. Marta Farias por toda presteza. Agradeço a ambas pela amizade, apoio e por me permitir utilizar as dependências do Herbário ASE para a realização desse trabalho.

A Eduardo Vinícios, pelo auxílio com os dados estatísticos, aos colegas de mestrado Augusto, Alberto, Airan e Crislaine, por compartilharem os momentos de agonia e dúvidas durante as disciplinas.

Agradeço aos amigos Iuri, Paulinho Santana, Mellany, Luiz Aquino, Binha, Rainan, Yanne, Ana Paula e Weslei pelo apoio, por todo carinho e amizade, por toda a contribuição direta e indiretamente.

Agradeço também à CAPES pela bolsa concedida e suporte financeiro. Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade da Universidade Federal de Sergipe, pela oportunidade de desenvolver esse trabalho e aos professores do PPGAGRI pelas contribuições em minha formação.

Aos membros da banca pelas críticas e sugestões visando à melhoria desse trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	iii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Importância da mata ciliar .....	4
2.2. Política e legislação florestal brasileira .....	5
2.3. Preservação de nascentes.....	6
2.4. Recuperação de áreas degradadas .....	8
2.5. Composição e similaridade florística .....	9
2.6. Características dos solos do Piauitinga .....	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
4. ARTIGO 1: CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DE ÁREAS DE NASCENTES NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL .....	16
Resumo.....	16
Abstract .....	16
4.1. Introdução.....	17
4.2. Material e métodos.....	19
4.2.1. Área de estudo.....	19
4.2.2. Análises da composição florística.....	20
4.2.3. Índices avaliados e análises estatísticas realizadas .....	21
4.3. Resultados e discussão .....	23
4.3.1. Composição florística, síndromes de dispersão e grupos ecológicos .....	23
4.3.2. Estrutura da vegetação e similaridade florística .....	31
4.4. Conclusões.....	34
4.5. Referências Bibliográficas.....	35
5. ARTIGO 2: ATRIBUTOS DO SOLO E VEGETAÇÃO EM ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL.....	39
Resumo.....	39
Abstract .....	39
5.1. Introdução.....	40
5.2. Material e métodos.....	42
5.2.1. Caracterização da área de estudo .....	42
5.2.2. Caracterização e análises dos solos.....	43
5.2.3. Análise das variáveis de solos e vegetação .....	44
5.3. Resultados e discussão .....	48
5.3.1. Caracterização e análises dos solos.....	48
5.3.2. Correlação entre ambiente e vegetação .....	52
5.4. Conclusões.....	60
5.5. Referências Bibliográficas.....	61
ANEXOS.....	65

## LISTA DE FIGURAS

### **ARTIGO 1: CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DE ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL**

Figura 1: Mapa de localização das nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situada nos municípios de Salgado, Lagarto, Estância e Boquim, Sergipe..... 19

Figura 2: Distribuição das espécies dos indivíduos de acordo com a síndrome de dispersão observada em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situadas nos municípios de Lagarto, Estância, Boquim e Salgado, no estado de Sergipe..... 29

Figura 3: Distribuição das espécies de acordo com o grupo ecológico observado em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situadas nos municípios de Lagarto, Estância, Boquim e Salgado, Sergipe. .... 30

Figura 4: Análise de agrupamento das espécies com base na similaridade florística observada em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situadas nos municípios de Lagarto, Estância, Boquim e Salgado, Sergipe. .... 33

### **ARTIGO 2: ATRIBUTOS DO SOLO E VEGETAÇÃO EM ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL**

FIGURA 1: Mapa de localização das nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situada nos municípios de Salgado, Lagarto, Estância e Boquim, Sergipe.....42

FIGURA 2: Dendrograma bidimensional representando a similaridade das 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, nos municípios de Lagarto, Salgado, Estância e Boquim em relação aos atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 0-20 cm.....50

FIGURA 3: Dendrograma bidimensional representando a similaridade das 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, nos municípios de Lagarto, Salgado, Estância e Boquim em relação aos atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 20-40 cm.....53

Figura 4: Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação das espécies baseada na distribuição da densidade nas áreas de nascentes dos municípios de Boquim, Salgado e Lagarto, SE, na profundidade de 0-20 cm. As variáveis ambientais estão representadas por vetores e as espécies, pelos nomes abreviados.....58

Figura 5: Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação das espécies baseada na distribuição da densidade nas áreas de nascentes dos municípios de Boquim, Salgado e Lagarto, SE, na profundidade de 20-40 cm. As variáveis ambientais estão representadas por vetores e as espécies, pelos nomes abreviados.....59

## LISTA DE TABELAS

### **ARTIGO 1: CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DE ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL**

Tabela 1: Tipo climático (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), temperatura, índice pluviométrico e classes de solos (EMBRAPA, 2018) dos municípios de Boquim, Estância, Lagarto e Salgado. .... 20

Tabela 2: Relação das espécies arbóreas e arbustivas ocorrentes na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, em áreas de nascentes situadas nos municípios de Lagarto, Boquim, Salgado e Estância, Sergipe. CS – Classe sucessional: Pi – pioneira; Si – Secundária inicial; St – Secundária tardia; NC – não classificado. S.D. – Síndrome de dispersão: Zoo- zoocoria; Ane - anemocoria; Aut - autocoria. Origem: Na – nativa; Nat – naturalizada; Cul – Cultivada. .... 23

### **ARTIGO 2: ATRIBUTOS DO SOLO E VEGETAÇÃO EM ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL**

TABELA 1: Tipo climático (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), temperatura, índice pluviométrico e classes de solos (EMBRAPA, 2018) dos municípios de Boquim, Estância, Lagarto e Salgado.....43

TABELA 2: Relação das espécies arbóreas e arbustivas, com cinco ou mais indivíduos, utilizadas na análise de correspondência canônica, ocorrentes nas áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe.....44

TABELA 3: Matriz de coeficiente de correlação linear simples (r) entre os atributos químicos e granulométricos do solo, nas profundidades de 0-20 cm, em áreas das nascentes dos municípios de Salgado, Boquim e Lagarto, SE.....56

TABELA 4: Matriz de coeficiente de correlação linear simples (r) entre os atributos químicos e granulométricos do solo, nas profundidades de 20-40 cm em áreas das nascentes dos municípios de Salgado, Boquim e Lagarto, SE.....57

**LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>MO</b>	Matéria Orgânica
<b>Ca+Mg</b>	Cálcio+Magnésio
<b>Ca</b>	Cálcio
<b>Mg</b>	Magnésio
<b>Al<sup>3+</sup></b>	Alumínio
<b>Na</b>	Sódio
<b>K</b>	Potássio
<b>P</b>	Fósforo
<b>H+Al</b>	Hidrogênio+Alumínio
<b>SB</b>	Soma de Bases
<b>CTCpotencial</b>	Capacidade de Troca de Cátions Potencial
<b>PST</b>	Porcentagem de Sódio Trocável
<b>V</b>	Saturação de Bases
<b>CS</b>	Classe sucessional
<b>Pi</b>	Pioneira
<b>Si</b>	Secundária inicial
<b>St</b>	Secundária tardia
<b>NC</b>	Não classificado
<b>SD</b>	Síndrome de dispersão
<b>Zoo</b>	Zoocoria
<b>Ane</b>	Anemocoria
<b>Aut</b>	Autocoria
<b>Na</b>	Nativa
<b>Nat</b>	Naturalizada
<b>Cul</b>	Cultivada

## RESUMO

FREIRE, Gilmara Silva. **Análise da vegetação e solos em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe**. São Cristóvão: UFS, 2019. 71p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade).\*

A vegetação ciliar é uma faixa de floresta limitada às nascentes e margens dos cursos e reservatórios d'água, estando presente nas regiões em que a vegetação original de interflúvio também é florestal. Esta é fundamental na manutenção da estabilidade ambiental, funcionando como corredores ecológicos. Quando presente ao longo dos cursos d'água e ligada por fragmentos florestais próximos, proporciona passagem de animais, facilitando a dispersão de sementes. Apesar da sua importância, o ritmo de desmatamento no entorno de nascentes e nas margens dos rios está acelerado. Desta forma, esse estudo foi realizado com o objetivo de analisar a estrutura, composição e a similaridade florística, bem como analisar as classes sucessionais, as síndromes de dispersão das espécies e a correlação entre os fatores edáficos e a distribuição das espécies do componente arbustivo-arbóreo em 57 nascentes, localizadas nos municípios de Estância, Salgado, Lagarto e Boquim, na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe. Inicialmente, elaborou-se uma listagem completa das espécies identificadas nos municípios estudados e analisou-se a diversidade, as síndromes de dispersão e a similaridade florística. Em relação aos fatores edáficos, foram determinados os parâmetros químicos do solo (pH, K, Na, Ca+Mg, Ca, Mg, Al, H+Al, P e MO), a partir dos resultados foram calculadas a SB, V, PST, CTC e determinada a granulometria do solo (areia, argila e silte). Além disso, realizou-se uma análise de correspondência canônica (CCA) para verificar se os fatores edáficos influenciam no padrão de distribuição das espécies ao longo desta unidade de planejamento. A respeito da composição florística das 57 nascentes estudadas, foram identificadas 139 espécies distribuídas em 101 gêneros e 47 famílias botânicas. As famílias de maior representatividade foram Fabaceae (27 espécies) e Myrtaceae (18 espécies). Em relação às síndromes de dispersão, houve predominância da zoocoria, observada em 103 espécies. Os valores de similaridade foram considerados baixos, ou seja, menores que 50%, e as nascentes que apresentaram maior similaridade entre si estão situadas nos municípios de Salgado e Boquim (40%), formando um subgrupo. Apesar dos fragmentos, que correspondem às áreas de entorno das nascentes, apresentarem-se antropizados, os mesmos possuem uma riqueza significativa na composição florística, a qual é de grande importância para a manutenção dos processos ecológicos nos ecossistemas da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga. Além disso, podem seguramente servir de base para o uso das espécies listadas em futuros projetos de recuperação/restauração florestal, tanto nas áreas de nascentes quanto em margens de cursos d'água desta unidade de planejamento. Quanto às propriedades químicas e granulométricas do solo, observou-se diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos teores de Ca+Mg, Ca, CTC, PST, areia e argila na profundidade de 0-20 cm. Já para a profundidade 20-40 cm, houve diferença significativa para os fatores Al, PST, areia e argila. Não foi observada diferença significativa para os demais fatores. A análise de correspondência canônica evidenciou que variações nos atributos químicos e granulométricos do solo influenciam na distribuição espacial das espécies arbustivo-arbóreas ao longo da unidade de planejamento estudada.

**Palavras-chave:** Restauração, Mata ciliar, Diversidade, Síndromes de dispersão, Fatores edáficos.

---

\* Comitê Orientador: Prof. Dr. Robério Anastácio Ferreira – UFS (Orientador), Prof. Dr. Airon José da Silva – UFS (coorientador).

**ABSTRACT**

FREIRE, Gilmara da Silva. Analysis of vegetation and soils in areas of springs of the Piauitinga River Sub-Basin – Sergipe São Cristóvão: UFS, 2017. 71 p. (Thesis - Master of Science in Agriculture and Biodiversity).\*

The ciliary vegetation is a strip of forest limited to the springs and border of the courses and reservoirs of water, being present in the regions in which the original vegetation of interflow is also forest. This is fundamental to the maintenance of environmental stability, functioning as ecological corridors. When present along the waterways and linked by nearby forest fragments, they provide passage of animals, facilitating the dispersal of seeds. Despite its importance, the pace of deforestation around springs and river banks is accelerating. In this way, this study was carried out with the objective of analyzing the structure, composition and floristic similarity, as well as analyzing the successional classes, the dispersion syndromes of the species and the correlation between the edaphic factors and the distribution of the species the shrub component -arboreal in areas of springs, a total of 57, located in the municipalities of Estância, Salgado, Lagarto and Boquim, in the Hydrographic Sub-Basin of Piauitinga River, in Sergipe state, Brazil. Initially, a complete list of the species identified in the studied municipalities was elaborated, and the diversity, dispersion syndromes and floristic similarity were analyzed. The pH, K, Na, Ca + Mg, Ca, Mg, Al, H + Al, P and MO were determined in relation to the edaphic factors, SB, V, PST, CTC, and the determined soil grading (sand, clay and silt). In addition, it performed a canonical correspondence analysis (CCA) to verify if edaphic factors influence the pattern of distribution of species throughout this planning unit. Regarding the floristic composition of the 57 springs studied, 139 species were identified in 101 genera and 47 botanical families. The most representative families were Fabaceae (27 species) and Myrtaceae (18 species). In relation to the dispersion syndromes, there was predominance of zoocoria, observed in 103 species. The similarity values were considered low, that is, less than 50%, and the springs that showed the greatest similarity among themselves were located in the municipalities of Salgado and Boquim (40%), forming a subgroup. Although the fragments, which correspond to the surrounding areas of the springs, are anthropized, they have a significant richness in the floristic composition, which is of great importance for the maintenance of ecological processes in the ecosystems of the Piauitinga River Sub-Basin. In addition, they can surely serve as a basis for the use of the listed species in future forest recovery/restoration projects, both in the spring and in the watercourse areas of this planning unit. As for the chemical and granulometric properties of the soil, a significant difference ( $P < 0.05$ ) was observed in Ca + Mg, Ca, CTC, PST, sand and clay content in the 0-20 cm depth. As for depth 20-40 cm, there was a significant difference between Al, PST, sand and clay. No significant difference was observed for the other factors. The analysis of canonical correspondence showed that variations in soil chemical and granulometric attributes influence the spatial distribution of shrub-tree species along the planning unit studied.

**Key-words:** Restoration, Riparian forest, Diversity, Dispersion syndromes, Edaphic factors.

---

\*Supervising Committee: Robério Anastácio Ferreira – UFS (Orientador), Prof. Dr. Airon José da Silva co-orientador – UFS.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, os ecossistemas terrestres destacam-se pela rica biodiversidade e serviços ambientais importantes à proteção dos recursos naturais, que por sua vez vêm sendo ameaçados pelo avanço das ações antrópicas como a expansão das fronteiras agrícola e pecuária. A maioria das áreas de conservação, no Brasil, é de propriedade privada. Portanto, a conformidade com os regulamentos privados de uso da terra impulsiona os resultados de conservação. Desta forma, o desmatamento ilegal de terra privada ameaça a biodiversidade global, mesmo em áreas com habitats nativos protegidos por lei (HELMSTEDT; POTTS, 2017).

A utilização intensiva das terras pelos proprietários rurais brasileiros permitiu a prática da agricultura e a promoção do desenvolvimento socioeconômico em diferentes regiões do país, e muitas vezes a atividade produtiva agrária causou danos ambientais, sem que fossem imediatamente percebidos. No entanto, nas últimas décadas, foram perceptíveis os danos causados ao meio ambiente, sendo necessárias ações de recuperação ambiental (AHRENS, 2005). Com o aumento da degradação das áreas privadas, o proprietário rural fica legalmente obrigado a recompor os solos e os ecossistemas degradados em suas terras, bem como preservar uma área de vegetação natural que deve ser mantida como obriga a lei que determina como “Reserva Legal” (RL), a dimensão deve ser definida de acordo com a região de localização da propriedade (AHRENS, 2005).

Em terras privadas, a proteção da mata ciliar é importante, pois ajuda a manter o fornecimento de serviços essenciais do ecossistema, como a prevenção da erosão do solo nos sistemas agrícolas, a manutenção dos fluxos e a qualidade da água, bem como a conservação da biodiversidade (NUNES et al., 2014). Portanto, no geral, os principais problemas ambientais em áreas de nascentes e ribeirinhas são causados por exploração desordenada dos recursos naturais, uso inadequado do solo, desmatamento irracional, além do uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos, alterando a qualidade e quantidade de água drenada nas bacias hidrográficas (PINTO et al., 2004).

As nascentes são fontes importantes de umidade do solo em paisagens áridas e semiáridas, servindo assim como habitat para a fauna terrestre, além de serem consideradas um hotspot atual de biodiversidade (CARTWRIGHT; JOHNSON, 2018). Mesmo diante da importância dessas áreas, é perceptível o grande aumento no uso e ocupação de áreas ribeirinhas ao longo da escala evolutiva humana. Como consequência desses fatos, as matas ciliares foram um dos primeiros ambientes a sofrerem degradação pelo estabelecimento do homem (LACERDA; BARBOSA, 2006).

Com o surgimento das grandes cidades isso agravou-se ainda mais, favorecendo o aumento da degradação das florestas, o que resultou em problemas ambientais e, concomitantemente, tem ocorrido a redução das florestas naturais em todo o mundo devido ao resultado de incêndios, corte de árvores para propósitos comerciais, devastação de terras para utilização da agropecuária ou até fenômenos naturais (ARRAES et al., 2012). Em contrapartida, a restauração ecológica é sugerida como uma ferramenta para mitigar os problemas ambientais causados pela urbanização (MULER et al., 2017).

Em um trabalho realizado no município de Lagarto, no estado de Sergipe, por Magalhães et al. (2012), foi analisado o estado de conservação de 22 nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga. Foram identificadas cinco nascentes (22%) como perturbadas e as demais como degradadas (88%), constatando que não há registro de nascentes conservadas na região estudada.

A Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga apresenta uma grande importância para Sergipe, já que o rio principal e seus afluentes são utilizados no abastecimento de água para uso doméstico, industrial, agrícola e pecuária de municípios como Estância, Salgado e Lagarto. Porém, esta região encontra-se atualmente com grande parte dos seus mananciais em avançado estado de degradação, ocasionado, principalmente, pela produção agrícola irracional, a não adoção de práticas conservacionistas e a criação de gado sem manejo adequado em áreas de preservação permanente - APP's (OLIVEIRA et al., 2012).

Além disso, as matas ciliares e as nascentes do alto curso da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga encontram-se com problemas socioambientais como: deposição de lixo nas proximidades das fontes, queima de resíduos sólidos e lançamento de efluentes (SANTANA et al., 2015). Esses fatores contribuem para a degradação dos mananciais, contaminando a água com elementos químicos e biológicos capazes de reduzir a qualidade e quantidade desses corpos d'água, causando lixiviação de contaminantes como nitrato e amônia para a água subterrânea, como também a perda da mata ciliar.

O Rio Piauitinga é o único rio de água doce da região, já que os demais apresentam um elevado grau de salinidade, tendo em seu curso captação para o consumo humano (água potável), sendo retirado do mesmo a água que abastece o estado de Sergipe e responsável pelo abastecimento de alguns dos municípios como Estância, Salgado, Lagarto e Boquim (AGUIAR NETTO et al., 2015). A ausência da vegetação ciliar das nascentes tem causado problemas ambientais que comprometem o volume, a qualidade e a distribuição das águas do Rio Piauitinga.

Assim, esse estudo foi realizado com o objetivo de analisar a estrutura, composição e a similaridade florística, bem como analisar as classes sucessionais, as síndromes de dispersão

das espécies e a correlação entre os fatores edáficos e a distribuição das espécies do componente arbustivo-arbóreo nas áreas de nascentes, localizadas nos municípios de Estância, Salgado, Lagarto e Boquim, na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe.

Essas informações servirão como base na indicação de espécies vegetais que apresentam maior abundância e resistência aos tipos de solos ocorrentes nas regiões das nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, a fim de subsidiar futuros projetos de recuperação/restauração ecológica.

Essa dissertação foi organizada em forma de artigos, nos quais o primeiro artigo analisou a composição florística, a estrutura das comunidades de plantas, as classes sucessionais e as síndromes de dispersão das espécies do componente arbustivo-arbóreo. Já o segundo artigo foi realizado com o objetivo de avaliar atributos químicos e granulometria do solo e verificar a possível correlação dos fatores edáficos na distribuição das espécies florestais ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância da mata ciliar**

Mata ciliar é também conhecida como: florestas ripárias, matas de galeria, florestas beiradeiras, florestas ripícolas, florestas ribeirinhas, mata de igapó, mata de várzea, entre outros (MARTINS, 2001). A mata ciliar é uma faixa de vegetação mais estreita, limitada à beira dos diques marginais dos rios, estando presente nas regiões em que a vegetação original de interflúvio também é florestal (MARTINS, 2014). A vegetação ciliar é fundamental na manutenção da estabilidade ambiental, atuando como corredores ecológicos, quando presentes ao longo do curso d'água e ligadas por fragmentos florestais próximos, proporcionando passagem de animais, facilitando assim a disseminação de sementes (KUNTSCHIK et al., 2014).

As matas ciliares também são importantes para a manutenção dos ecossistemas aquáticos, servindo de abrigo e alimento para grande parte da fauna aquática, mantendo assim, habitats adequados para os animais, principalmente para os peixes, pois fornecem sombra e a estabilidade térmica da água (CASTRO et al., 2012).

A presença dessa vegetação ao longo de rios, córregos e represas serve como obstáculo ao livre escoamento da água das enxurradas, reduzindo sua velocidade e possibilitando sua infiltração no solo para absorção pelas plantas e para alimentação dos aquíferos subterrâneos. Com isso, pode-se evitar assoreamento do leito de córregos, rios, estuários, lagoas e várzeas, propiciando um ambiente adequado para a fauna local, dentre outras. Apesar da sua importância, o ritmo de desmatamento nas margens dos rios está acelerado (SILVA et al., 2016).

A vegetação ciliar, em uma bacia hidrográfica, reduz a concentração de nitrogênio, fosfato, fósforo dissolvido, alumínio total infiltrável e ferro que chegam ao curso d'água em 38%, 94%, 42%, 21% e 54%, respectivamente. (EMMETT et al., 1994).

Ao avaliar a qualidade da água com diferentes usos do solo nas áreas de nascentes da bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu, Pinto et al. (2012) mostraram que as nascentes protegidas por mata ciliar apresentaram qualidade da água superior a daquelas que possuíam o uso de cultura agrícola.

Apesar da relevância da vegetação ciliar, considerando que essa cumpre importantes serviços ambientais, percebe-se que ao longo dos anos, no Brasil, as áreas às margens dos cursos d'água vêm sofrendo degradações, que além de desrespeitar a legislação, causam sérios problemas ambientais refletindo na vida de toda população, inclusive a população urbana (MAGALHÃES et al., 2012; MARTELLI et al., 2013).

Deste modo, a remoção da mata ciliar presente em áreas de nascentes pode causar grandes problemas na qualidade e quantidade de água, prejudicando o abastecimento de água para a população, pois a presença da vegetação exerce função sobre o curso d'água e seu suprimento, já a sua ausência pode desencadear um desequilíbrio ambiental e provocar mudanças no volume de água fornecida (SANTOS et al., 2017).

Desta forma, considerando o avançado estado de degradação das áreas das nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, faz-se necessária a realização de estudos sobre vegetação ciliar que auxiliem na recomendação de espécies mais adaptadas às condições ambientais das áreas ciliares, bem como estudar a legislação que protege as áreas de preservação permanente (APP's) (OLIVEIRA et al., 2012).

## **2.2. Política e legislação florestal brasileira**

O Código Florestal, criado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, define as faixas de entorno, das nascentes e dos olhos d'água, ou qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros, como Áreas de Preservação Permanente – APP's. Seu principal objetivo é a preservação das florestas e demais formas de vegetação, e impõe restrições quanto ao uso destas áreas, protegendo os recursos hídricos de qualquer forma de degradação (BRASIL, 2012).

Para os efeitos do Art. 3º e inciso II, entende-se por: "Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (BRASIL, 2012).

No entanto, as incoerências legais e políticas, o descaso do poder público com a degradação ambiental, a ineficácia da fiscalização brasileira e, principalmente, o desrespeito às prescrições do Código Florestal Brasileiro, estão resultando no atual quadro de fragmentação ciliar e degradação das nascentes (MIRANDA, 2011). Com isso, a proposta de revisão dos termos do Código Florestal atual tem como pilar três pontos centrais: a alteração dos critérios que estabelecem as áreas de reserva legal; a revisão dos critérios que autorizam a ocupação das "Áreas de Preservação Permanente (APP's)"; e a descentralização do poder de regulamentação e fiscalização das áreas de reserva legal da União para os estados da federação (MIRANDA, 2011).

Conforme essa Lei, as áreas de faixas marginais e entorno desses bens naturais são passíveis de proteção a partir das Áreas de Preservação Permanente - APPs. Nelas, o regime de proteção é diferenciado, com a necessidade de manutenção ou de recomposição da

vegetação local. A intervenção nestas áreas ou a supressão de vegetação nativa em APP somente é possível em hipóteses excepcionais previstas na legislação (QUEIROZ, 2015).

No Brasil, apenas as atividades de baixo impacto (como o ecoturismo) são permitidas em áreas ribeirinhas (ao lado de outras áreas particularmente sensíveis, como nascentes, encostas íngremes e colinas, conjuntamente denominadas áreas de preservação permanente e abreviadas para APP's em português). Embora o desmatamento dentro das APP's só seja permitido em circunstâncias excepcionais (por exemplo, para projetos públicos), dependendo da região, entre 20 e 80% da área fora das APP's podem ser desmatadas em uma determinada propriedade privada (NUNES et al., 2014).

Contudo, apesar da importância, a proteção jurídica para zonas ripárias de APP's tem se restringido em sua maioria ao âmbito teórico, com descumprimento da legislação vigente voltada à conservação dos recursos naturais (NUNES et al., 2014). Desse modo, observa-se uma contínua ameaça aos ambientes e um evidente desrespeito à legislação ambiental federal. Nesse caso, são as nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Piauitinga que têm sofrido alto grau de degradação, potencializado por práticas locais, como agricultura e construções de pequenas represas para uso doméstico da água (LUCAS et al., 2010).

A legislação ambiental brasileira possui nítida preocupação de manutenção dos recursos hídricos, faunísticos e florísticos, elencando elementos prioritários para proteção, como feições geomorfológicas (topos de morro, nascentes e margens fluviais, entre outras). Contudo, no que tange às nascentes, existem lacunas nos documentos legais que dificultam e até impossibilitam a aplicação prática de mecanismos de proteção, em virtude da falta de articulação com a produção científica (NEVES et al., 2009).

### **2.3. Preservação de nascentes**

Entende-se por nascente o afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água, de acúmulo (represa) ou cursos d'água (regatos, ribeirões e rios). Em virtude de seu inestimável valor dentro de uma propriedade agrícola, deve ser preservada, sendo imprescindível conservar as matas ciliares adequadamente. Para tanto, a adequada conservação de uma nascente envolve diferentes áreas do conhecimento, tais como hidrologia, conservação do solo, reflorestamento e proteção (CALHEIROS et al., 2009).

Nascentes são elementos hidrológicos perenes ou intermitentes, cujo estado ambiental condiciona as características quantitativas e qualitativas da rede de drenagem superficial. Nesse sentido, considera-se que a passagem da água subterrânea para a superfície deve ser destacada como o principal processo que condiciona a existência de uma nascente. Porém, empiricamente, é perceptível que há uma série de características ambientais que sustentam a

existência das nascentes, como a formação geológica e a tipologia vegetacional, sem as quais estas não existiriam (FELIPPE et al., 2009).

As nascentes são classificadas de acordo com o tipo de reservatório a que estão associadas, como os lençóis freáticos dão origem às nascentes. De acordo com Castro (2007), as nascentes pontuais são todas aquelas que apresentam a ocorrência do fluxo d'água em um único ponto do terreno, localizadas geralmente em grotas e no alto das serras. Já as nascentes difusas, apresentam vários olhos d'água no terreno, não possuindo fluxo d'água definido. Parte delas ocorre nos brejos, voçorocas e em matas planas em baixas altitudes.

Quanto à origem das nascentes, podem ser formadas tanto por lençóis freáticos (apenas depositados sobre as camadas impermeáveis) quanto artesianos (confinados entre duas camadas impermeáveis). Elas podem surgir por contatos das camadas impermeáveis com a superfície, por afloramento dos lençóis em depressões de terreno por falhas geológicas ou por canais cársticos (VALENTE; GOMES, 2011).

As nascentes podem ser classificadas de acordo com a vazão: nascentes perenes, quando se manifestam essencialmente durante o ano todo, mas com variação quanto à vazão ao longo do mesmo; nascentes intermitentes, quando têm sua vazão apenas na estação chuvosa, mas secam durante a estação seca, podendo ter fluxo durante poucas semanas ou até meses; e nascentes temporárias ou efêmeras, que ocorrem somente em resposta direta à precipitação e são frequentes em regiões áridas e semiáridas, podendo ocorrer em todos os tipos de clima (VALENTE; GOMES, 2011).

As nascentes também são classificadas em três categorias de conservação: são consideradas preservadas quando apresentam no mínimo 50 metros de vegetação natural no seu entorno, medindo a partir do olho d'água em nascentes pontuais ou a partir dos olhos d'água principais em nascentes difusas. As nascentes perturbadas não apresentam 50 metros de vegetação natural no seu entorno, mas apresentam bom estado de conservação, apesar de estarem ocupadas em parte por pastagens e/ou agricultura. Já as nascentes degradadas são aquelas que estão com alto grau de perturbação, pouca vegetação, solo compactado, presença de gado, com erosão e voçorocas (PINTO et al., 2004).

As nascentes que apresentam vazões irregulares, tanto em escala diária, quando mensal ou anual, necessitam de interferência do homem com objetivo de conservar e aumentar a produção de água. Isto pode ser feito por meio do aumento da infiltração e da diminuição da evapotranspiração ou, sempre que possível, pela combinação das duas. Na interferência, deve-se dar preferência, em primeiro lugar, às técnicas de vegetação e, caso seja necessário, fazer uso das técnicas mecânicas (VALENTE; GOMES, 2011).

Percebe-se que, para os casos de nascentes com exfiltração difusa ou múltipla, nascentes intermitentes ou móveis, há um problema conceitual não abarcado pela legislação ambiental em vigor, a qual se baseia em um padrão tradicional de nascentes pontuais, perenes e fixas que podem não ser as mais corriqueiras em determinados ambientes, e com essa falha conceitual dificulta a preservação e proteção dessas nascentes (CARMO et al., 2014).

#### **2.4. Recuperação de áreas degradadas**

Comunidades biológicas que levaram milhões de anos para se desenvolverem vêm sendo devastadas pelo homem em todo o planeta. A lista de transformações causadas pelo homem aos sistemas naturais é longa, incluindo desde a redução das espécies até a extinção de inúmeras delas, e a principal consequência desses fatos é a destruição de habitats (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Historicamente, os ambientes naturais vêm sendo fragmentados, tornando as comunidades com populações menores e mais isoladas, fato que tende a diminuir a heterogeneidade genética, aumentar a endogamia e contribui para degradação ambiental e redução da biodiversidade (BLUTHGEN, 2012).

Em virtude do uso incorreto da paisagem e dos solos em todo o país, a restauração de áreas degradadas surgiu como uma tentativa de reconstrução dos processos ecológicos dos ecossistemas, buscando-se remediar um dano que na maioria das vezes poderia ter sido evitado (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004).

No Brasil, o marco do início da restauração ecológica ocorreu com o reflorestamento da atual Floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, a partir de 1862 (FREITAS et al., 2015). No entanto, a tecnologia de reflorestamento com características nativas ainda é pouco conhecida. Portanto, torna-se necessário um conhecimento mais adequado visando contribuir para o sucesso dos plantios, sugerindo a recuperação da cobertura florestal com espécies típicas da região (FREITAS et al., 2015).

Um programa de recuperação pode ser planejado segundo diferentes conceitos e com etapas distintas, mas sempre há uma fase de avaliação das condições atuais da área degradada. Esta é uma das principais fases de um programa, pois somente a partir de um aprofundado conhecimento de fatores de degradação e das características da área degradada propriamente dita é que se poderá identificar as dificuldades e definir as estratégias que deverão ser empregadas para a recuperação da formação ciliar (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004). É fundamental que a escolha do programa de recuperação tenha como objetivo subsidiar a preservação e contribuir para a composição vegetal local.

Considerados importantes, os projetos de recuperação não buscam apenas retornar uma floresta a sua condição de origem, pois as florestas são ambientes dinâmicos que estão em constante transformação, mas sim auxiliar a recuperação do ecossistema que foi degradado ou destruído, como também recuperar a capacidade que o ambiente tem de se autorregenerar, buscando a reconstrução dos processos ecológicos e de sua composição vegetal (RODRIGUES, 2013).

## **2.5. Composição e similaridade florística**

As florestas nativas são importantes por integrarem um cenário estratégico, voltado tanto para o espectro ambiental quanto para o social e econômico do país e, além das restrições ambientais sobre o uso dessas florestas, reforçado pelo estudo da composição florística a fim de fornecer subsídios para elaboração de planos de manejo florestal e para utilização sustentável (quando permitido por lei) do recurso (FERREIRA JÚNIOR et al., 2008).

Apesar disso, a composição florística implica na produção de uma lista florística completa com o nome das espécies presentes na área de estudo sem que seja atribuída qualquer diferença ecológica entre as mesmas, na qual todas as espécies têm o mesmo valor para o pesquisador (RODAL et al., 2013). A partir de listagens florísticas é possível verificar a diversidade das espécies, além da similaridade ocorrente entre áreas diversas.

A similaridade de espécies em uma comunidade é reduzida com o aumento da distância geográfica entre locais. Independente das diferenças ambientais, a redução tem como resultado a limitação de dispersão no espaço, como também é ocasionado pela fragmentação das matas. Desta forma, os mecanismos que geram diferenças nos padrões de composição das espécies estão ligados à capacidade de dispersão dos indivíduos (HUBBELL, 2006).

Os padrões de composição das espécies são importantes para traçar áreas fundamentais para a conservação, principalmente entre os biomas que sofrem pressões antrópicas e nas áreas as quais não estão protegidas por lei (FREIRE et al., 2016).

Outro fator importante é a biogeografia, que é fundamental para o planejamento de conservação, podendo influenciar nas mudanças espaciais e composição das espécies. Sabe-se que a rotatividade de espécies de plantas é influenciada tanto por elementos topográficos como, por exemplo, grandes rios e cordilheiras, quanto por determinantes ecológicos como interações bióticas, clima, solo e perturbação. Tais fatores podem afetar coletivamente a dispersão individual, a sobrevivência e o recrutamento de cada espécie (SAITER et al., 2016).

Em estudo realizado por Rodrigues e Nave (2000), foi analisada a similaridade das espécies em 43 trabalhos realizados em matas ciliares do Brasil extra amazônico, e os autores concluíram que essa vegetação se agrupa em função dos seguintes fatores: (i) tipo de unidade vegetacional, sendo que todas as Florestas Paludosas se apresentaram como grupo independente de composição florística própria e distinta das demais formações florestais ocorrentes na faixa ciliar; (ii) bacia hidrográfica como unidade ambiental; (iii) proximidade espacial, onde várias das áreas se apresentam no mesmo grupo em função de estarem próximas umas das outras.

A estrutura e composição vegetal de uma determinada área podem variar de acordo com o regime hídrico dos solos, do estágio de desenvolvimento da floresta e do nível de interferência antrópica. E o aumento excessivo de água na camada superficial do solo ocasiona condições homogêneas, como também reduz a complexidade de nichos e, conseqüentemente, restringe o número de espécies em um determinado local (CERVI et al., 2007).

Porém, a indicação de espécies para utilização nos processos de recuperação de área degradada é realizada com base nos dados obtidos no estrato regenerativo, considerando-se que a presença de uma espécie em determinado ambiente indica sua adaptação às condições locais. Esse processo ocorre a partir da observação de similaridade florística do estrato regenerativo da área (PINTO et al., 2005).

## **2.6. Características dos solos do Piauitinga**

Os atributos do solo são sensíveis aos impactos ambientais, ocasionados pelo uso dos recursos naturais e, dessa forma, auxiliam junto aos estudos da qualidade de outros aspectos ambientais como água, fauna e flora, podendo auxiliar também no monitoramento das condições locais (AGUIAR NETTO et al., 2015).

As terras cultiváveis localizadas no entorno das nascentes na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga encontram-se em terrenos com pouca declividade, reduzindo o escoamento superficial e a perda de solo pela erosão laminar e vertical (MOREIRA, 2008).

Os sítios do entorno das nascentes do alto curso da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga foram distribuídos em posições erosionais, baixadas e um único caso de sopé de encosta suave de tabuleiros costeiros. A posição dos solos em encosta melhora o regime de umidade desses solos, diminuindo a deficiência de água ao longo do ano, relativamente aos solos à montante (Argissolos Amarelos), bem como diminuindo a expressão da coesão (MAGALHÃES et al., 2012).

Nas áreas de entorno das nascentes do Rio Piauitinga observa-se uma diversidade de condições ambientais já expressas nos grupos delineados (baixada, encostas de quebra-de-relevo e sopé de encosta suave de elevação). É possível sugerir redefinições de estratégias para o reflorestamento das nascentes do alto curso da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, como por exemplo, a possível necessidade de aporte da matéria orgânica em geral (AGUIAR NETTO et al., 2015).

No município de Boquim, os Latossolos Vermelho Amarelo são solos de avançado estágio de intemperização, muito evoluído e alta coesão natural. A coesão ocorre pelo fato da presença da argila em estado seco, impedindo o desenvolvimento das raízes das plantas (MOREIRA, 2008).

De acordo com Santos (2009), o solo em Lagarto apresenta uma textura arenosa, com baixa fertilidade e elevada acidez, dificultando o desenvolvimento de espécies implantadas e cultivos agrícolas. Somente após correção, será possível a implantação na área. Todavia, a vegetação encontra-se bastante descaracterizada por causa do uso abusivo do plantio de lavouras e criação de gado. Já em Estância, o uso do solo está associado à pecuária extensiva (CALAZANS, 2010).

As nascentes no município de Salgado encontram-se em alto grau de antropização e isso está atribuído ao nível da ocupação e uso do solo por agricultura e pastagem, que promovem a fragmentação e a degradação da vegetação ciliar das nascentes (OLIVEIRA, 2010).

Os impactos causados pelas gotas da chuva em terreno descoberto e o resultante desprendimento das partículas de solo são as principais causas da erosão do solo pela água. A erosão é a forma mais prejudicial de degradação do solo. Além de reduzir a capacidade produtiva do solo, pode acarretar assoreamento e poluição das fontes de água (BERTONI; NETO, 2008).

Ao avaliar o conflito do uso e cobertura da terra nas áreas de preservação permanente da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Santos et al. (2017) relatam que cerca de 71% da área é constituída com outros usos que não o de vegetação natural, sendo que a cobertura por pastagem representa o maior uso e ocupação da terra.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR NETTO, O.A.; MAGALHÃES, L.T.S.; VASCO, A.N.; GOMES, J.B.V. Indicadores ambientais do solo nas áreas de nascente da bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Sergipe. **Ambiência**, Paraná, v. 11, n. 2, p. 457-472, 2015.

AHRENS, S. Sobre a legislação aplicável à restauração de florestas de preservação permanente e de reserva legal. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo. Embrapa Florestas, 2005, 153p.

ARRAES, R.A.; MARIANO, F.Z.; SIMONASSI, A.G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 50, n 1, p. 119-140, 2012.

BERTONI, L.; NETO, F.L. **Conservação do solo**. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355p.

BLUTHGEN, N. Interações plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade. In: DEL-CLARO, K.; TOREZAN-SILINGARDI, H.M. **Ecologia das Interações Plantas-Animais uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2012. p. 336.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 2012.

CALAZANS, C.C. **Composição de espécies vasculares em nascentes degradadas na sub-Bacia hidrográfica do Rio Piauitinga, município de Estância, Sergipe**. 2010. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2010.

CALHEIROS, R.O.; TABAI, F.C.V.; BOSQUILIA, S.V.; CALAMARI, M. Preservação e Recuperação das Nascentes de água e vida. **Caderno da Mata Ciliar**, São Paulo, n. 1, 2009, 35p.

CARMO, L.G.; FELIPPE, M.F.; JUNIOR A.P.M. Áreas de preservação permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da Legislação Ambiental brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 34, n. 2, p. 275-293, 2014.

CARTWRIGHT, J.; JOHNSON, H.M. Springs as hydrologic refugia in a changing climate? A remote-sensing approach. **Ecosphere**, 2018.

CASTRO, D.; MELLO, R.S.P.; POESTER, G.C. **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012. 60 p.

CASTRO, P.S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa: CPT, 2007. 272 p.

CERVI, A.C.; HATSCHBACH, G.G.; LINSINGEN, L. Composição florística de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (Floresta Atlântica) na Reserva Ecológica de Sapitanduva (Morretes, Paraná, Brasil). **Fontqueria**, Madrid, p. 423-438, 2007.

EMMETT, B.A.; HUDSON, J.A.; COWAR, D.P.A.; REYNOLDS, B. The impact of a riparian wetland on streamwater quality in a recently afforested upland catchment. **Journal of Hydrology**, p. 337-353, 1994.

FELIPPE, M.; LAVARINI, C.; PEIFER, D.; DOLABELA, D.; MAGALHÃES JR, A. Espacialização e caracterização das nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte (MG). In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Anais...** Campo Grande: ABRH, 2009.

FERREIRA JÚNIOR, E.V.; SOARES, T.S.; COSTA, M.F.F.; SILVA, V.S.M. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical Semidecídua submontana em Marcelândia – MT. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, p. 673-680, 2008.

FREIRE, G.S.; SANTANA, J.P.; ROCHA, P.A.; RIBEIRO, A.S.; PRATA, A.P.N. Padrões das síndrome de dispersão da vegetação arbustiva-arbórea da Floresta Atlântica e da Caatinga do estado de Sergipe. **Agroforestalis News**, Aracaju, v. 1, n. 1, p. 36-40, 2016.

FREITAS, C.G.A. Restauração florestal: conceito e motivações. BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R.R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 431p.

HELMSTEDT, K.J.; POTTS, M.D. Valuable habitat and low deforestation can reduce biodiversity gains from development rights markets. **Journal of Applied Ecology**, p. 1-9, 2017.

HUBBELL, S.P. Neutral theory and the evolution of ecological equivalence. **Ecology**, v. 87, n. 6, p. 1387-1398, 2006.

KUNTSCHIK, D.P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T.H.K. **Matas Ciliares. Caderno de Educação Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. , 2014. 70p.

LACERDA, A.V.; BARBOSA, F.M. **Matas ciliares no domínio das caatingas**. João Pessoa: Editora Universitária-UFPB, 2006. 150 p.

LUCAS, A.A.T.; NETTO, A.O.A.; FOLEGATTI, M.V.; FERREIRA, R.A. Calibração do modelo hidrodinâmico Mike 11 para a sub-bacia do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 5, n. 3., p. 195-207, 2010.

MAGALHÃES, L.T.S.; GOMES, J.B.V.; VASCO, A.N.; AGUIAR NETTO, A.O.; FERREIRA, R.A. Caracterização geo-pedológica das áreas de nascentes na bacia hidrográfica do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 169-181, 2012.

MARTELLI, A.; GARDINALI, L.P.; CARDOSO, M.M.; MATHIAS, D.A.; JUNIOR, J.B.; BUENO, D. M.; SIGNORETI, R.O.S. Reconstituição da mata ciliar de uma área nas margens do Ribeirão da Penha município de Itapira–SP e minimização da ação antrópica local. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.10, n. 2, p. 131-142, 2013.

MARTINS, V.S. **Recuperação de Áreas Degradadas: Ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e mineração**. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 264 p.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. Minas Gerais: Ed. Aprenda Fácil, 2001. 143 p.

MIRANDA, L.C. O “novo” Código Florestal: tensões e estratégias de interpelações discursivas. **Geografias**, Belo horizonte, p. 98-105, 2011.

MOREIRA, F.D. **Geotecnologia aplicada à sub-bacia hidrográfica do Rio Piauitinga e suas relações ambientais**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2008.

MULER, A.E.; PRIETO, P.V.; RICHARDS, R.C.; BRANCALION, P.H.S.; BRAGA, J.M.A. Ecological outcomes and popular perceptions of urban restored forests in Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Conservation**, p. 1-8, 2017.

NEVES, C.B.; CASTRO, S.S.; SANTOS, N.; BORGES, R.O. Análise das relações entre solos, relevo e a legislação ambiental para a delimitação de áreas de preservação permanente: o exemplo da Alta Bacia do Ribeirão João Leite, estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 10, n. 1, p. 3-21, 2009.

NUNES, S.S.; BARLOW, J.; GARDNER, T.A.; SIQUEIRA, J.V.; SALES, M.R.; SOUZA, C.M. A 22 year assessment of deforestation and restoration in riparian forests in the eastern Brazilian Amazon. **Environmental Conservation**, v. 42, n. 3, p. 193-203, 2014.

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

PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; DAVIDE, A.C. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p.775-793, 2005.

PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. Estudos das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 197-206, 2004.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Planta, 2001. 328 p.

OLIVEIRA, D.G.; FERREIRA, R.A.; MELLO, A.A.; OLIVEIRA, R.S.C.; OLIVEIRA, R.S.C. Análise da vegetação em nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p.127-141, 2012.

OLIVEIRA, D.G. **Análise da vegetação no entorno de nascentes localizadas no município de Salgado-SE, pertencentes à Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga**. 2010. 85f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2010.

QUEIROZ, M.L. **Revisão conceitual e metodologia de caracterização e determinação: estudo de caso na estação ecológica de águas emendadas - Distrito Federal**. 2015. 161f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) - Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2015.

RODAL, M.J.N.; SAMPAIO, E.V.S.B.; FIGUEIREDO, M.A. **Manual sobre métodos de estudos florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: SBB, 2013. 37 p.

RODRIGUES, E. **Ecologia da restauração**. Londrina: Ed. Planta, 2013. 299 p.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: FAPESP, 2004. p. 249-269.

RODRIGUES R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade Florística das Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (eds.), **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Fapesp, 2000. p. 45-79.

SAITER, F.Z.; BROWN, J.L.; THOMAS, W.W.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CARNAVAL, A.C. Environmental correlates of floristic regions and plant turnover in the Atlantic Forest hotspot. **Journal of Biogeography**, p. 1-10, 2016.

SANTANA, N.R.F.; NETTO, A.O.A.; SANTOS, A.P. Perfil socioambiental no entorno das nascentes do alto curso do rio Piauitinga-SE e suas ações antrópicas: educação ambiental para sustentabilidade local. **Educação ambiental em ação**, Novo Hamburgo, v. 53, p. 1-10, 2015.

SANTOS, W.A.; ALMEIDA, A.Q.; CRUZ, J.F.; MELLO, A.A.; SANTOS, R.B.; LOUREIRO, D.C. Conflito de uso da terra em áreas de preservação permanentes da bacia do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 60, n. 1, p. 19-24, 2017.

SANTOS, T.I.S. **Estado de conservação e aspectos da vegetação de nascentes do riacho Grilo-SE**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2009.

SILVA, G. A.; CRUZ, L. S.; GONALVES, F. D. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento da aroeira-vermelha no reflorestamento da Mata Ciliar. **Agroforestalis News**, Aracaju, v.1, n.1, p. 8-12, 2016.

VALENTE, O.F.; GOMES, M.A. **Conservação de Nascentes, Produção de Águas em Pequenas Bacias Hidrográficas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011. 267 p.

#### **4. ARTIGO 1: CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DE ÁREAS DE NASCENTES NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL**

##### **RESUMO**

Face à importância das nascentes, esse trabalho foi realizado com o objetivo de analisar a composição florística, a estrutura das comunidades vegetacionais, os grupos sucessionais e as síndromes de dispersão das espécies nos remanescentes das principais nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, região centro-sul de Sergipe, para subsidiar futuros projetos de restauração ecológica. Previamente, foram realizadas análises da vegetação nos municípios que compõem esta unidade de planejamento: Lagarto, Salgado, Boquim e Estância. A partir daí, elaborou-se uma listagem completa das espécies identificadas e analisou-se a diversidade e a similaridade florística entre as áreas de estudo, apontando-se, ao final, medidas para o restabelecimento da vegetação. A respeito da composição florística de 57 nascentes, foram identificadas 139 espécies distribuídas em 100 gêneros e 47 famílias botânicas. As famílias de maior representatividade foram Fabaceae (27 spp.) e Myrtaceae (18 spp.). Em relação à síndrome de dispersão, houve predominância da zoocoria, presente em 103 espécies, enquanto no grupo sucessionais foi observada maior ocorrência de espécies secundárias iniciais seguidas por pioneiras. Os valores de similaridade foram considerados baixos, ou seja, menores do que 50%, e as áreas que apresentaram maior similaridade entre si foram as nascentes de Salgado e Boquim (40%), formando um subgrupo. Os maiores valores de dissimilaridade florística foram observados entre as nascentes de Estância e os demais municípios. Apesar dos fragmentos apresentarem-se antropizados, os mesmos possuem riqueza de espécies significativa, o que os torna importantes para a manutenção dos processos ecológicos no ecossistema da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga. Além disso, podem seguramente servir de base para o uso das espécies listadas em futuros projetos de recomposição florestal, tanto nas áreas de nascentes quanto em margens de cursos d'água.

**Palavras-chave:** mata ciliar, restauração, diversidade, similaridade florística, síndromes de dispersão.

##### **ABSTRACT**

##### **Floristic characterization of spring areas in the Piauitinga River Sub-Basin, Sergipe state, Brazil**

Considering the importance of the springs, this work aimed to analyze the floristic composition, the structure of the vegetation communities, the ecological groups and the dispersion syndromes of the species, in the remnant of the main springs of the River Sub-basin Piauitinga to support future ecological restoration projects. Previously, vegetation analyzes were carried out in the cities that make up this planning unit: Lagarto, Salgado, Boquim and Estância. From there, it was elaborated a complete checklist of the identified species and the diversity; dispersion syndromes and floristic similarity between the study areas were analyzed; measures were made for the vegetation restoration. Concerning to the floristic composition of the 57 springs, 139 species were identified, distributed in 100 genera and 47 botanical families. The most representative families were Fabaceae (27 spp.) and Myrtaceae (18 spp.). About the dispersion syndrome, there was a predominance of zoochory, observed in 103 species. While, in the successional group, it was observed a higher occurrence of initial secondary species followed by pioneer species. The similarity values were considered to be low, less than 50%, and the areas that showed the greatest similarity among them were Salgado and Boquim springs (40%), forming a subgroup. The greatest floristic dissimilarity in relation to the other cities was of the springs located in Estância. Despite of the fragments were anthropic, they have significant richness in the floristic composition, important for the maintenance of ecological processes in the Piauitinga Hydrographic Sub-Basin ecosystem. In addition, they can surely serve as a basis for the use of species listed before in future forest restoration projects, both in the areas of springs and in the margins of watercourses of this planning unit.

**Key words:** Riparian forest, Restoration, Diversity, Floristic Similarity, Dispersion syndromes.

#### 4.1. Introdução

As tipologias vegetacionais localizadas nas margens dos cursos d'água, independentemente de sua localização ou região de ocorrência e de sua composição florística, são denominadas de vegetação ciliar (AB' SABER, 2004). Entende-se desta forma, que toda e qualquer vegetação, mesmo que denominada apenas de mata ciliar (*sensu lato*), mas que abrangem desde o estrato herbáceo até os ambientes tipicamente florestais, com árvores de porte alto, exercem as mesmas funções nos ambientes ribeirinhos.

A mata ciliar também é conhecida como florestas ripárias, matas de galeria, florestas beiradeiras, florestas ripícolas, florestas ribeirinhas, mata de igapó, mata de várzea, entre outros (MARTINS, 2001). Essa exerce diversas funções, entre as quais são consideradas principais: (i) a proteção das margens dos cursos d'água contra a erosão e o assoreamento; (ii) a melhoria da qualidade da água; e (iii) propiciar um ambiente adequado para a fauna local, dentre outras. Apesar da sua importância, o ritmo de desmatamento nas margens dos rios está acelerado (SILVA et al., 2016).

As matas ciliares aumentam a vazão de rios até mesmo na estação seca do ano, pelo fato de armazenarem água nas microbacias, além de contribuírem para a manutenção da qualidade e quantidade da água. Em todo Brasil, essa vegetação varia muito, cada região possui uma predominância de espécies que estão adaptadas às condições locais (OLIVEIRA et al., 2015). Na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, região centro-sul do estado de Sergipe, as atividades agropecuárias reduziram de forma drástica as fitofisionomias das matas ciliares (SANTOS, 2009). Os seus ecossistemas ripários, principalmente os florestais, estão cada vez menores, em função da conversão destes em sistemas de produção altamente impactantes sobre ambiente e sobre a sua biodiversidade, tanto de flora como de fauna. Deste modo, há uma necessidade urgente para a sua preservação ou, em algumas situações em que a lei permite, para a sua conservação.

No entanto, é essencial conhecer o funcionamento das matas ciliares, uma vez que essa vegetação necessita de cuidados para ser preservada em função da degradação antrópica (CASTRO et al., 2017). Com isso, são necessárias ações conjuntas de disseminação do conhecimento relacionado à preservação, sendo de grande importância o planejamento de proteção e recuperação/restauração daquelas já desprovidas de vegetação (ALVARENGA et al., 2018).

De acordo com a legislação brasileira, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, a área de preservação permanente (APP), correspondente ao entorno de nascentes, deve ser de raio mínimo de 50 m (BRASIL, 2012). A mata ciliar tem por função preservar a diversidade do

meio ambiente e funciona como uma “esponja” que absorve a água da chuva e alimenta o lençol freático. Porém, deve-se considerar que a supressão de vegetação nativa protetora de nascentes somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública, Art. 7º, § 1º. No entanto, a supressão dessa vegetação causará alteração na composição florística dessas áreas.

Estudos sobre a composição florística e estrutura fitossociológica de matas ciliares são de fundamental importância, pois oferecem subsídios para a compreensão sobre as espécies que compõem estes ambientes e sobre a estrutura e dinâmica destas formações, funcionando como parâmetros imprescindíveis para o manejo e regeneração das diferentes comunidades vegetais. Em adição, a análise da estrutura horizontal e vertical destes ecossistemas específicos, pode ser utilizada com a finalidade de se verificar o desenvolvimento e o sucesso de programas de recuperação (BAMBOLIM; WOJCIECHOWSKI, 2017; CHAVES et al., 2013).

As formações vegetacionais da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga correspondem à Mata Atlântica, nos municípios sergipanos de Estância, Salgado e Boquim. Por sua vez, no município de Lagarto possuem característica de transição (ecotonal), entre a Caatinga e a Mata Atlântica. Nesta faixa de vegetação é comum a presença de espécies que durante o período seco, perdem suas folhas, facilitando assim o estabelecimento dos indivíduos regenerantes das espécies plantadas e outros propágulos vindo de outras áreas, especialmente de vegetação pioneira e herbácea (MATOS, 2016).

Diante do exposto, esse trabalho foi realizado com o objetivo de analisar a composição florística, a estrutura das comunidades vegetacionais, os grupos sucessionais e as síndromes de dispersão das espécies nos remanescentes das principais nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, para subsidiar futuros projetos de restauração ecológica.

## 4.2. Material e métodos

### 4.2.1. Área de estudo

Para execução do presente trabalho foi realizado um aprofundamento teórico com intuito de analisar a vegetação em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, afluente do Rio Piauí. Essa sub-bacia hidrográfica encontra-se situada no centro-sul do estado de Sergipe, compreendendo os municípios de Lagarto, Boquim, Salgado, Estância e Itaporanga D’Ajuda. Porém, este último por corresponder apenas a uma pequena porção de sua área, não foi considerado nas análises realizadas. Essa sub-bacia integra a mesorregião geográfica do Agreste Sergipano (microrregião de Lagarto) e do Leste Sergipano (microrregiões de Boquim e Estância) e está localizada entre as coordenadas geográficas de 10°34’ e 10°45’S e 37°22’ e 37°34’O (Figura 1). A sub-bacia hidrográfica compreende uma área de 411,98 km<sup>2</sup> e seu perímetro é de 121,22 km (MOREIRA, 2008). Foram georreferenciadas 100 nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga (Figura 1), que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Piauí para a realização deste trabalho (NASCIMENTO, 2011; SANTOS, 2009; OLIVEIRA, 2010; CALAZANS, 2010) (Anexo I). No entanto, a análise da vegetação foi realizada no entorno de 57 nascentes.

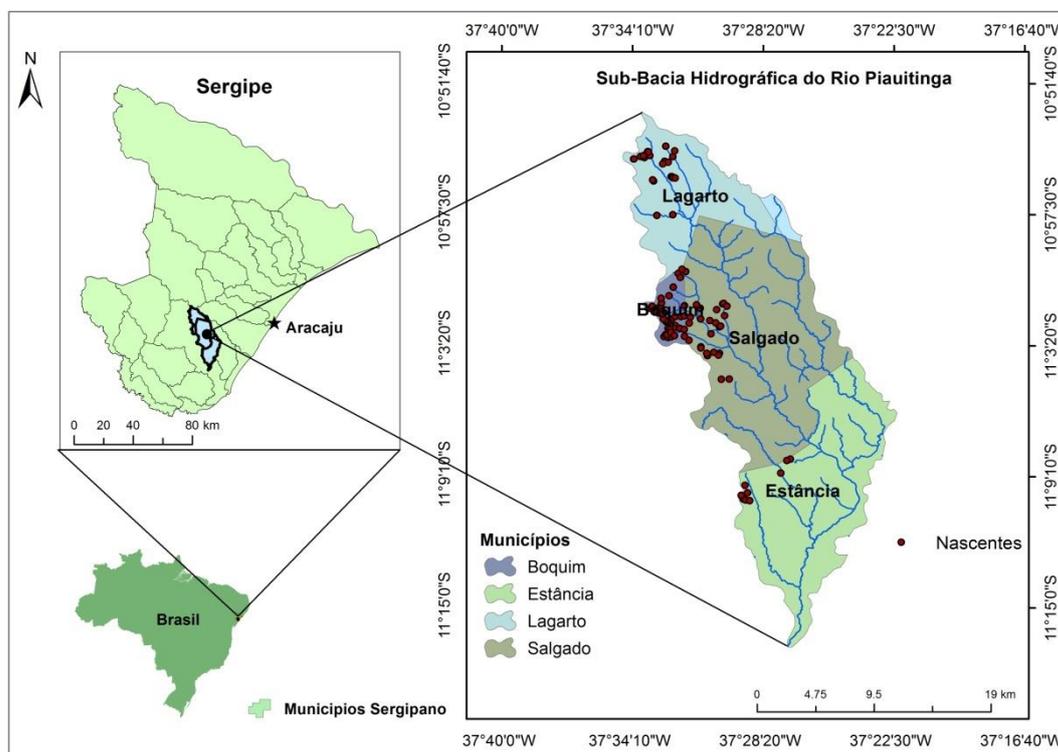


Figura 1: Mapa de localização das nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situada nos municípios de Salgado, Lagarto, Estância e Boquim, Sergipe.

Para as áreas de nascentes situadas ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, observa-se a presença de diferentes tipologias vegetacionais em seu entorno,

conforme estabelece a classificação da vegetação brasileira oficial (VELLOSO et al., 1991), sendo caracterizada em 3 regiões, conforme a sua localização: alto (nascente), médio e baixo Piauitinga (foz).

O município de Lagarto, situado na região do Alto Piauitinga, apresenta as principais nascentes e uma topografia mais acentuada. As áreas estudadas possuem uma fisionomia florestal característica de ecótonos, exibindo vegetação típica da transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga (MATOS, 2016). Já as nascentes situadas nos municípios de Salgado e Boquim, correspondentes ao Médio Piauitinga e Estância (Baixo Piauitinga), apresentam fisionomias características de Mata Atlântica (SANTOS et al., 2017). Os dados de clima, temperatura, índice pluviométrico e classes de solos estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Tipo climático (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), temperatura, índice pluviométrico e classes de solos (EMBRAPA, 2018) dos municípios de Boquim, Estância, Lagarto e Salgado.

Município	Temperatura	Clima	Pluviometria	Classes de solos
<b>Boquim</b>	24,3°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.398 mm	Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo
<b>Estância</b>	24,7°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.803 mm	Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico
<b>Lagarto</b>	28,2°C	Megatérmico Subúmido	1.182 mm	Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo
<b>Salgado</b>	24,6°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.515 mm	Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico

#### 4.2.2. Análises da composição florística

Para as análises da composição florística, ainda presentes nos remanescentes vegetacionais do entorno das principais nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, foram utilizados dados de trabalhos previamente realizados quanto aos aspectos de florística e fitossociologia, por meio de censo populacional ou amostragem, no entorno de 57 nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, localizadas em quatro municípios sergipanos: Lagarto (NASCIMENTO, 2011), Boquim (SANTOS, 2009), Salgado (OLIVEIRA, 2010) e Estância (CALAZANS, 2010). Para este trabalho, foram consideradas apenas as análises que trataram de indivíduos arbóreos e arbustivos. Algumas espécies presentes nos trabalhos sofreram alterações em suas nomenclaturas ou tiveram suas identificações atualizadas, as atualizações nas famílias botânicas foram conforme o Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016).

Nos trabalhos realizados previamente, nos municípios de Salgado, Boquim e Lagarto, os levantamentos das espécies arbustivo-arbóreas ocorreram por meio de censo populacional,

obtendo-se informações da composição e da estrutura das comunidades vegetacionais. Eles foram realizados no entorno de cada nascente, em área equivalente a 0,79ha, correspondendo à área estabelecida conforme previsto no Código Florestal Brasileiro – Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Para isto, foi considerado o raio de 50 m, faixa mínima prescrita para se cumprir o exigido na Lei para esta categoria de Área de Preservação Permanente (APP). Em cada nascente foram identificados e registrados todos os indivíduos arbustivo-arbóreos vivos com diâmetro à altura do peito (DAP a 1,30m acima do nível do solo)  $\geq 5,0$  cm, incluindo-se também os bifurcados, caso atendessem ao nível de inclusão mínimo estabelecido. Os indivíduos foram etiquetados com plaquetas de alumínio enumeradas e foram anotados o nome regional da espécie, o DAP e a altura total. No município de Estância, foi realizado apenas um censo populacional de plantas pertencentes a diversos hábitos, tais como: árvores, arbustos, ervas e trepadeiras. Fato esse que excluiu esse município das análises correspondentes à estrutura das comunidades vegetacionais e análises estatísticas.

Para esse trabalho, foi gerada uma listagem florística das espécies que ocorrem ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, indo desde a nascente à foz. A classificação das espécies em famílias foi feita de acordo com o Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016). Em relação à origem, as espécies foram classificadas em nativas ou exóticas (naturalizadas e cultivadas), como também foi verificada a grafia dos nomes científicos e endemismo das espécies no banco de dados da Flora do Brasil 2020 em construção (BFG, 2018). Para a definição do estágio sucessional das espécies nas áreas estudadas, foi utilizado um critério subjetivo para a classificação de espécies e indivíduos na classe sucessional, segundo o modelo sugerido por Gandolfi et al. (1995). A classificação das espécies quanto às síndromes de dispersão foi realizada com base nas recomendações de Pijl (1982). Verificou-se também o caráter de raridade das espécies ou se havia alguma ameaçada de extinção, de acordo com o livro vermelho da flora do Brasil (MARTINELLI; MORAES, 2013) e da lista de espécies ameaçadas de extinção presente na portaria nº 443/2014 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014).

#### **4.2.3. Índices avaliados e análises estatísticas realizadas**

Utilizando-se os dados dos quatro municípios estudados, a diversidade entre as áreas foi calculada a partir do índice de diversidade Shannon-Weaver ( $H'$ ) e a equabilidade de Pielou ( $J$ ). Após testar a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO et al., 1968), avaliou-se a abundância e o índice de valor de importância (IVI) por espécie ( $n = 124$ ) entre as áreas, a partir do teste de Wilcoxon (Mann-Whitney) pareado (Siegel, 1975). Além disso, o teste  $t$  de Hutcheson (1970) foi usado para testar diferenças significativas na diversidade de

Shannon-Weaver entre as áreas. Devido a limitações nos dados, para essas etapas foram utilizados apenas os dados dos trabalhos realizados em Boquim, Salgado e Lagarto. Diferenças na proporção de espécies por grupo ecológico entre as quatro áreas foram avaliadas pelo teste de Qui-quadrado -  $\chi^2$ . Com exceção do teste t de Hutcheson, realizado no aplicativo Past 2.17 (HAMMER et al., 2013), todas as demais análises foram realizadas no *software* R, versão 2.15 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

Para determinar o grau de similaridade florística entre os municípios, foi realizada uma comparação entre as mesmas, utilizando-se o índice de similaridade de Jaccard. Esse considera médias binárias (presença-ausência) com a convenção 1= presença e 0 = ausência. Para essas análises foram excluídas as espécies que ocorreram em apenas uma nascente, considerando-as como raras.

A partir do Índice de Similaridade de Jaccard, uma análise de agrupamento foi realizada utilizando-se a média aritmética não ponderada por grupo (UPGMA), a partir dela, elaborou-se um dendrograma utilizando-se o aplicativo Past 2.17 (HAMMER et al., 2013). A análise foi realizada utilizando-se as espécies arbóreas e arbustivas presentes nas áreas de nascentes em quatro municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, dos trabalhos previamente mencionados feitos por: Santos (2009), Calazans (2010), Oliveira (2010) e Nascimento (2011).

### 4.3. Resultados e discussão

#### 4.3.1. Composição florística, síndromes de dispersão e grupos ecológicos

Nas análises da composição florística, das espécies arbustivo-arbóreas, das áreas de nascentes estudadas, ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, nos quatro municípios situados nesta unidade de planejamento, registrou-se a ocorrência de 139 espécies, distribuídas em 101 gêneros e 47 famílias botânicas (Tabela 2). Destas, 15 espécies foram determinadas apenas em nível de gênero e uma em nível de família.

As famílias botânicas mais representativas, em número de espécies, foram Fabaceae com 27 espécies, Myrtaceae (18 spp.), Anacardiaceae e Sapindaceae (seis spp. cada uma), Bignoniaceae (cinco spp.), Rubiaceae e Melastomataceae (quatro spp. cada uma). Essas sete famílias representam 50,36% da riqueza total de espécies ocorrentes na bacia hidrográfica.

É bastante comum a utilização da família Fabaceae em projetos de recuperação de áreas degradadas, uma vez que as espécies desta família são capazes de formar simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico e com fungos micorrízicos. Essa técnica pode ser considerada de baixo custo e com bons resultados (NOGUEIRA, 2012). Além das espécies desta família apresentarem rápido crescimento, em geral, as associações simbióticas favorecem-nas neste sentido, aumentando a probabilidade de estabelecimento em áreas em processo de restauração/recuperação.

Tabela 2: Relação das espécies arbóreas e arbustivas ocorrentes na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, em áreas de nascentes situadas nos municípios de Lagarto, Boquim, Salgado e Estância, Sergipe. CS – Classe sucessional: Pi – pioneira; Si – Secundária inicial; St – Secundária tardia; NC – não classificado. S.D. – Síndrome de dispersão: Zoo- zoocoria; Ane - anemocoria; Aut - autocoria. Origem: Na – nativa; Nat – naturalizada; Cul – Cultivada.

FAMÍLIA/Nome científico	Lagarto	Estância	Boquim	Salgado	C.S.	S.D.	Origem	Nome popular
<b>ANACARDIACEAE</b>								
<i>Anacardium occidentale</i> L.	X	X	X	X	Si	Zoo	Na	Cajueiro
<i>Anacardium giganteum</i> W.Hancock ex Engl.	X				Si	Zoo	Na	
<i>Mangifera indica</i> L.	X	X		X	Si	Zoo	Cul	Mangueira
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	X				NC	Zoo	Na	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X	X	X	X	P	Zoo	Na	Pau-pombo
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.		X		X	St	Zoo	Na	
<b>ANNONACEAE</b>								
<i>Annona cacans</i> Warm.				X	St	Zoo	Na	Araticum
<i>Duguetia gardneriana</i> Mart.				X	Si	Zoo	Na	Araticum-taia
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	X	X	X	X	P	Zoo	Na	Pindaíba
<b>APOCYNACEAE</b>								
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	X	X	X	X	St	Ane	Na	Cajueiro-da-velha

<i>Tabernaemontana</i> sp.					X	P	Ane		
ARALIACEAE									
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin	X					Si	Zoo	Na	
<i>Schefflera morotoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	X				X	Si	Zoo	Na	Pé-de-galinha
ASTERACEAE									
<i>Moquiniastrum oligocephalum</i> (Gardner) G. Sancho	X	X	X	X	X	P	Ane	Na	Candeia
<i>Rolandra fruticosa</i> (L.) Kuntze		X				NC	Ane	Na	
BIGNONIACEAE									
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos				X	X	Si	Ane	Na	Ipê-amarelo
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos				X	X	Si	Ane	Na	Ipê-roxo
<i>Handroanthus</i> sp.		X				Si	Ane		
<i>Lundia corymbifera</i> (Vahl) Sandwith		X				NC	Ane	Na	
<i>Tabebuia stenocalyx</i> Sprague & Stapf	X			X		Si	Ane	Na	
BIXACEAE									
<i>Bixa orellana</i> L.					X	P	Zoo	Na	Urucum
BORAGINACEAE									
<i>Cordia toqueve</i> Aubl.					X	Si	Zoo	Na	Cordia
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.		X				P	Zoo	Na	Cordia
BURSERACEAE									
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X		X	X	X	St	Zoo	Na	Amescla
CALOPHYLLACEAE									
<i>Kielmeyera</i> sp.	X					NC	Ane		
CANNABACEAE									
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	X				X	P	Zoo	Na	Trema
CELASTRACEAE									
<i>Maytenus</i> sp.					X	Si	Zoo		
CHRYSOBALANACEAE									
<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	X	X				St	Zoo	Na	Mula-branca
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	X					Si	Zoo	Na	
<i>Parinari rodolphii</i> Huber			X			St	Zoo	Na	
Sp.					X	NC	Zoo		
CLUSIACEAE									
<i>Clusia dardanoi</i> G.Mariz & Maguire					X	NC	Zoo	Na	
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	X		X			Si	Zoo	Na	Pau-sangue
COMBRETACEAE									
<i>Terminalia catappa</i> L.					X	P	Zoo	Nat	Amendoeira
CONNARACEAE									
<i>Connarus blanchetii</i> Planch.		X	X			NC	Zoo	Na	

DILLENIACEAE								
<i>Curatella americana</i> L.	X	X		X	P	Zoo	Na	Lixeira
<i>Tetracera oblongata</i> DC.		X			NC	Zoo	Na	
EUPHORBIACEAE								
<i>Croton urucurana</i> Baill.	X				P	Aut	Na	
FABACEAE								
<i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomes) Barneby & J. W.Grimes	X		X	X	Si	Zoo	Na	Contas-de-nossa-senhora
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record				X	St	Zoo	Na	Canzenze
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	X	X	X	X	Si	Aut	Na	Angelim
<i>Bauhinia acuruana</i> Moric.		X		X	P	Aut	Na	Mororó
<i>Bauhinia</i> sp.			X		Si	Ane	Na	
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X	X	X	St	Aut	Na	Sucupira
<i>Cassia grandis</i> L.f.	X		X	X	P	Aut	Na	Canafístula
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	X	X			Si	Zoo	Na	Sombreiro
<i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke		X	X		St	Zoo	Na	Jatobá-mirim
<i>Inga cayennensis</i> Sagot ex Benth.		X		X	Si	Zoo	Na	Ingá-peludo
<i>Inga vera</i> Willd.		X	X	X	Si	Zoo	Na	Ingá-verdadeiro
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	X		X	X	Si	Zoo	Na	
<i>Inga subnuda</i> Salzm. Ex Benth.				X	P	Aut	Nat	
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit				X	Si	Aut	Na	Leucena
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.		X	X	X	Si	Ane	Na	Falso-ingá
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi			X		P	Ane	Na	Mau-vizinho
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	X			X	P	Aut	Na	Mau-vizinho
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	X	X		X	St	Aut	Na	Jurema
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. Ex Walp.		X			P	Aut	Na	Visgueiro
<i>Piptadenia</i> sp.				X	P	Zoo	Na	
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	X			X	P	Zoo	Na	Flor-de-São João
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	X				Si	Aut	Na	
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	X	X	X	X	Si	Aut	Na	Maria-farinha
<i>Swartzia apetala</i> Raddi	X	X		X	Si	Zoo	Na	Olho-de-galo
<i>Swartzia flaemingii</i> Raddi			X	X	Si	Zoo	Na	Suartzia
<i>Swartzia</i> sp.			X		Si	Zoo		
<i>Tachigali densiflora</i> (Benth.) L.G.Silva & H.C.Lima	X	X	X		St	Ane	Na	Pau-fava
HYPERICACEAE								
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	X	X	X	X	P	Zoo	Na	Batom
LAMIACEAE								
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke		X			P	Zoo	Na	Bordão-de-velho

<i>Aegiphila pernambucensis</i> Moldenke	X		X	X	P	Zoo	Na	
<i>Vitex polygama</i> Cham.			X	X	Si	zoo	Na	Maria-preta
LAURACEAE								
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	X	X	X	X	Si	Aut	Na	Louro
LECYTHIDACEAE								
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. Ex Miers	X	X	X	X	Si	Zoo	Na	Biriba
<i>Gustavia augusta</i> L.	X				NC	Zoo	Na	
<i>Lecythis</i> cf. <i>pisonis</i> Cambess.				X	St	Aut	Na	Sapucaia
MALPIGHIACEAE								
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	X	X	X	X	P	Zoo	Na	Murici
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	X				Si	Zoo	Na	
<i>Byrsonima</i> sp.	X				Si	Zoo		
MALVACEAE								
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.				X	P	Zoo	Na	Embira-branca
<i>Eriotheca macrophylla</i> (K.Schum.) A.Robyns	X	X	X	X	Si	Ane	Na	Embiruçu
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	X	X		X	P	Zoo	Na	Mutamba
<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.		X		X	St	Aut	Na	
MELASTOMATACEAE								
<i>Clidemia capitellata</i> (Bonpl.) D.Don		X			P	Zoo	Na	
<i>Miconia holosericea</i> (L.) DC.		X		X	P	Zoo	Na	Flor-de-Natal
<i>Pleroma mutabile</i> (Vell.) Triana	X	X	X	X	P	Zoo	Na	Flor-de-Natal
<i>Tibouchina</i> sp.	X				Si	Aut		
MELIACEAE								
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer			X	X	St	Zoo	Na	Guarea
MORACEAE								
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	X			X	P	Zoo	Nat	Jaqueira
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber			X		Si	Zoo	Na	
<i>Brosimum</i> sp.			X	X	St	Zoo	Na	Brosimo
MYRTACEAE								
<i>Calyptanthes brasiliensis</i> Spreng.		X			St	Zoo	Na	
<i>Calyptanthes</i> cf. <i>pauciflora</i> O.Berg	X			X	Si	Zoo	Na	Vara-branca
<i>Calyptanthes</i> sp.			X		Si	Zoo		
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.		X			Si	Zoo	Na	
<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	X		X	X	Si	Zoo	Na	Guarabiraba
<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	X			X	St	Zoo	Na	
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.		X		X	Si	Zoo	Na	
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	X		X	X	Si	Zoo	Na	
<i>Myrcia rosangelae</i> NicLugh.	X		X	X	Si	Zoo	Na	

<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	X	X	X	X	Si	Zoo	Na	Araçazinho
<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.		X			Si	Zoo	Na	
<i>Myrcia</i> sp.	X			X	Si	Zoo		
<i>Myrciaria ferruginea</i> O.Berg		X			Si	Zoo	Na	
<i>Psidium guajava</i> L.	X	X		X	Si	Zoo	Nat	Goiabeira
<i>Psidium guineense</i> Sw.		X		X	Si	Zoo	Na	Araçá
<i>Psidium</i> sp.			X		Si	Zoo		
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	X	X	X	X	Si	Zoo	Nat	Jamelão
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	X				Si	Zoo	Nat	Jambo
NYCTAGINACEAE								
<i>Guapira tomentosa</i> (Casar.) Lundell		X		X	Si	Zoo	Na	Bandola
<i>Pisonia</i> sp.	X		X	X	Si	Aut		João-mole
OCHINACEAE								
<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.				X	Si	Zoo	Na	Ouratea
<i>Ouratea cuspidata</i> (A.St.-Hil.) Engl.	X	X	X	X	Si	Zoo	Na	
PERACEAE								
<i>Chaetocarpus echinocarpus</i> (Baill.) Ducke			X		Si	Zoo	Na	
PHYLLANTHACEAE								
<i>Richeria grandis</i> Vahl	X				NC	Zoo	Na	Jaqueira-brava
POLYGONACEAE								
<i>Coccoloba laevis</i> Casar.		X		X	Si	Zoo	Na	Paliteiro
PRIMULACEAE								
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze			X	X	P	Zoo	Na	Capiroroça
PROTEACEAE								
<i>Roupala montana</i> Aubl.	X			X	Si	Ane	Na	
RHAMNACEAE								
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.			X	X	P	Zoo	Na	Joazeiro
RUBIACEAE								
<i>Genipa americana</i> L.	X	X	X	X	Si	Zoo	Na	Jenipapo
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltdl.			X	X	Si	Zoo	Na	
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.			X	X	St	Zoo	Na	
<i>Tocoyena bullata</i> (Vell.) Mart.		X			Si	Zoo	Na	Jenipapo-bravo
RUTACEAE								
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	X	X			P	Zoo	Na	Laranjeira-brava
<i>Zanthoxylum</i> sp.				X	P	Zoo	Na	Laranjeira-brava
SALICACEAE								
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.			X	X	St	Zoo	Na	Camarão
<i>Casearia javitensis</i> Kunth		X			St	Zoo	Na	

<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	X	X	X	X	P	Zoo	Na	Camarão
SAPINDACEAE								
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	X	X	X	X	P	Zoo	Na	Estralador
<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.		X	X	X	Si	Zoo	Na	Camboatá
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	X				Si	Zoo	Na	Camboatá
<i>Cupania zanthoxyloides</i> Radlk.				X	Si	Zoo	Na	Camboatá
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.				X	Si	Zoo	Na	
<i>Sapindus saponaria</i> L.				X	St	Zoo	Na	Saboneteira
SAPOTACEAE								
<i>Manilkara rufula</i> (Miq.) H.J.Lam		X		X	Si	Zoo	Na	Massaranduba
<i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) H.J.Lam	X		X		Si	Zoo	Na	
SIMAROUBACEAE								
<i>Simarouba amara</i> Aubl	X		X		Si	Zoo	Na	
SOLANACEAE								
<i>Cestrum axillare</i> Vell.	X	X		X	P	Zoo	Na	Quarana
TRIGONIACEAE								
<i>Trigonia nivea</i> Cambess.		X			Si	Ane	Na	
URTICACEAE								
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	X		X	X	P	Zoo	Na	Umbaúba
VOCHYSIACEAE								
<i>Vochysia lúcida</i> C.Presl				X	St	Ane	Na	Volquizia
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	X	X	X		St	Ane	Na	Volquizia

Em relação às síndromes de dispersão das espécies, 103 (74,1%) foram classificadas como zoocóricas, 17 (12,23%) como autocóricas e 19 como (13,67%) anemocóricas (Figura 2). Observou-se uma predominância de espécies zoocóricas e esse resultado é reflexo do alto número de espécies da família Myrtaceae. Resultado semelhante foi observado em levantamento florístico realizado na nascente do Rio Pindaíba, onde foram amostradas 72 espécies pertencentes a 33 famílias. Dentre as espécies arbustivo-arbóreas amostradas, 40 (55,6%) eram zoocóricas, 31 (43%) anemocóricas e apenas uma (1,4%) era autocórica (STEFANELLO et al., 2009).

Em trabalho realizado na FLONA Ibura, um importante remanescente de Mata Atlântica do estado de Sergipe, foram encontradas 66 espécies arbóreas, e destas 45 (69%) são zoocóricas, 12 (19%) autocóricas e 8 (12%) anemocóricas (SANTANA et al., 2017), demonstrando a semelhança do trabalho realizado nas nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, a importância de pensar também na relação espécies florestais e fauna, em trabalhos de restauração/recuperação de áreas degradadas, especialmente as matas ciliares. Resultados semelhantes foram obtidos em outros trabalhos realizados em matas ciliares:

Matos (2016) constatou a predominância de zoocoria, com 31 (59,62%) das espécies amostradas em uma área de ecótono, localizada no Baixo Rio São Francisco. Aquino e Barbosa (2009) também registraram a predominância desse tipo de mecanismo de dispersão, com 64 espécies (64,6%) em áreas revegetadas no Rio Mogi-Guaçu, estado de São Paulo. A predominância de espécies zoocóricas em florestas úmidas é favorecida pelo fator precipitação, possibilitando o desenvolvimento de frutos comestíveis, favorecendo a dispersão e manutenção do ambiente pela fauna (HOWE; SMALLWOOD, 1982).

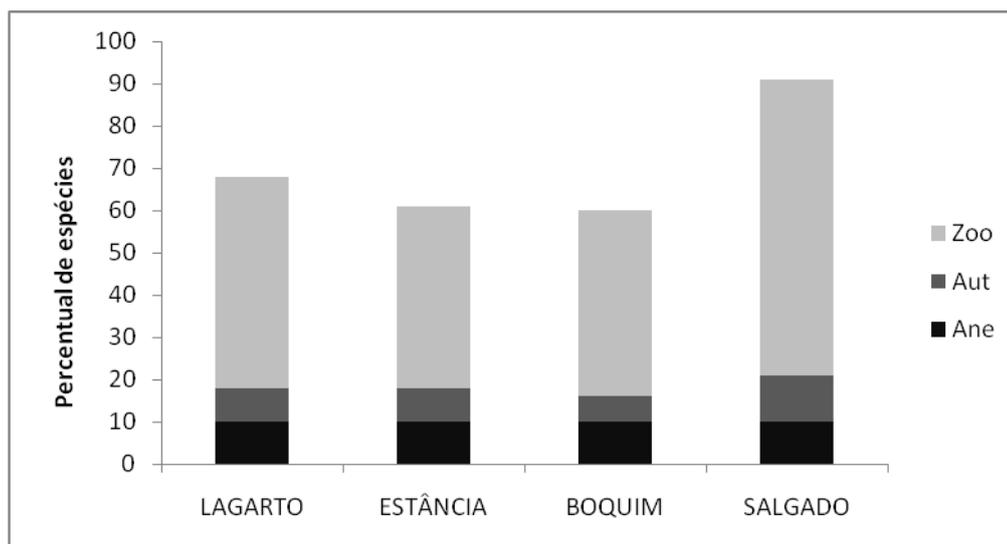


Figura 2: Distribuição das espécies dos indivíduos de acordo com a síndrome de dispersão observada em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauítinga, situadas nos municípios de Lagarto, Estância, Boquim e Salgado, no estado de Sergipe.

Quanto aos grupos ecológicos, considera-se que os quatro municípios que possuem um total de 139 espécies, 37 (25,90%) pertencem ao grupo das pioneiras, 69 (44,60%) das secundárias iniciais e 23 (15,11%) das secundárias tardias. Do total, 10 (14,39%) espécies não foram classificadas (Figura 3). A predominância por espécies classificadas em secundária inicial, seguida pela classe pioneira nas áreas estudadas, pode ser fator importante para o sucesso do reflorestamento, uma vez que o rápido desenvolvimento presente em espécies pioneiras proporciona proteção ao solo e as condições microclimáticas necessárias (KAGEYAMA; CASTRO, 1989).

Segundo a classificação da Flora do Brasil 2020 em construção (BFG, 2015), do total de espécies identificadas, 120 (86,33%) são nativas e as demais (sete spp.) são espécies exóticas, sejam naturalizadas seis (4,32%) ou cultivadas uma espécie (0,72%). Dos registros obtidos, 12 (8,63%) espécies não foram identificadas em nível de espécie, não sendo possível classificá-las. O processo de introdução e adaptação de espécies exóticas que se naturalizam, tornando-se invasoras e provocando mudanças nos ecossistemas naturais é denominada de

contaminação biológica, e essa introdução pode ser realizada intencional ou acidentalmente, por vias humanas ou não (ZILLER, 2000).

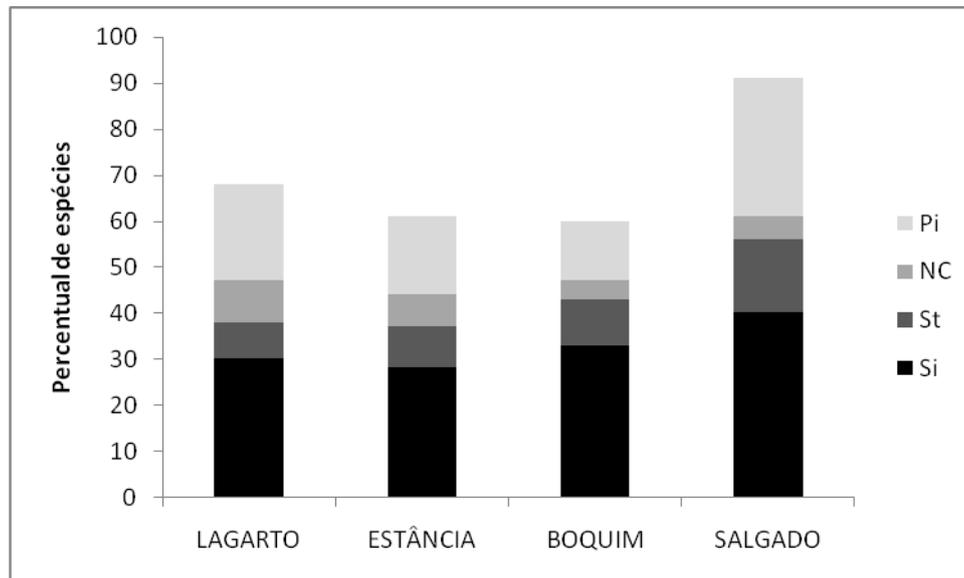


Figura 3: Distribuição das espécies de acordo com o grupo ecológico observado em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situadas nos municípios de Lagarto, Estância, Boquim e Salgado, Sergipe.

Dentre as espécies exóticas naturalizadas estão: *Artocarpus altilis* (jaqueira), *Terminalia catappa* (amendoeira), *Psidium guajava* (goiabeira), *Syzygium cumini* (jamelão), *Syzygium jambos* (jambo) e *Leucaena leucocephala* (leucena), e exótica cultivada *Mangifera indica* (Mangueira). Os programas de restauração têm dado especial atenção ao uso de espécies nativas da região na recomposição da cobertura vegetal. Mas espécies exóticas são utilizadas em situações muito particulares de perturbação, ou quando se tem por objetivo empregar cultura com fins comerciais (NAPPO et al., 1999).

De acordo com a lista de espécies do livro vermelho da flora do Brasil (MARTINELLI; MORAES, 2013) e da Portaria do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), não houve presença de espécies em caráter de raridade ou risco de extinção.

As espécies que foram observadas com ocorrência em áreas de nascentes de um único município são indicadas para recuperação apenas do município em que há ocorrência dessas espécies, pois a mesma pode ter sua adaptação limitada a fatores ecológicos de cada ambiente. No entanto, espécies observadas e com ocorrência registrada nas nascentes dos quatro municípios, são indicadas para programas de recuperação da vegetação ciliar, podendo ser utilizadas nos quatro municípios por possuírem maior plasticidade e maior capacidade de adaptação a diferentes ambientes.

Visando o restabelecimento vegetacional da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, as espécies mais indicadas para utilização em projetos de restauração/recuperação

de matas ciliares, em nascentes e margens dos cursos d'água são: *Anacardium occidentale*, *Tapirira guianensis*, *Xylopia frutescens*, *Himatanthus bracteatus*, *Moquiniastrum oligocephalum*, *Andira fraxinifolia*, *Bowdichia virgilioides*, *Stryphnodendron pulcherrimum*, *Vismia guianensis*, *Ocotea glomerata*, *Eschweilera ovata*, *Byrsonima sericea*, *Eriotheca macrophylla*, *Pleroma mutabile*, *Myrcia splendens*, *Syzygium cumini*, *Ouratea cuspidata*, *Genipa americana*, *Casearia sylvestris*, *Allophylus edulis*. As demais espécies são indicadas para programa de recuperação apenas nas áreas de nascentes do município em que há ocorrência.

#### 4.3.2. Estrutura da vegetação e similaridade florística

As áreas de nascentes situadas no município de Salgado apresentaram o maior valor do índice de diversidade Shannon-Weaver ( $H' = 3,42$ ), seguido pelas áreas dos municípios de Boquim ( $H' = 3,14$ ) e Lagarto ( $H' = 3,05$ ). Quanto à equabilidade de Pielou (J) foram observados os seguintes resultados: Salgado:  $J = 0,75$ ; Boquim:  $J = 0,77$  e Lagarto:  $J = 0,72$ .

O maior valor desse índice, conforme observado para o município de Boquim, indica elevada uniformidade na composição de espécies em relação aos demais municípios. O município de Lagarto obteve resultados inferiores aos demais municípios em relação à diversidade e uniformidade na composição florística. Considerando que os valores de  $H'$  variam entre 1,3 e 3,5, podendo chegar a 4,5 em ambientes de florestas tropicais, verifica-se que o índice de Shannon observado nas áreas de nascentes dos municípios estudados encontra-se dentro da faixa relatada para esse tipo de vegetação. Os valores de Shannon-Wiener observados nos três municípios estudados se aproximam do valor encontrado por Bambolim e Wojciechowski (2017) em que ( $H'$ ) foi  $3,18 \text{ nats.ind}^{-1}$ , trabalho realizado em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. Esses valores de  $H'$  obtidos indicam uma considerável diversidade florística.

O teste t de Hutcheson foi utilizado para avaliar diferenças na diversidade florística entre as áreas de nascentes nos municípios de Salgado, Boquim e Lagarto, indicando diferença significativa entre os municípios de Salgado e Boquim ( $t = -3,76$ ;  $p < 0,01$ ) e para Lagarto e Salgado ( $t = -7,72$ ;  $p < 0,01$ ). No entanto, o teste realizado entre os municípios de Lagarto e Boquim não diferiu significativamente ( $t = 1,21$ ;  $p = 0,22$ ). Resultado semelhante foi obtido no estudo realizado por Castro (2004) em uma análise da estrutura e diversidade florística do componente arbóreo e corredores de vegetação na região do alto Rio Grande, estado de Minas Gerais, para o estudo foram analisados oito fragmentos. Nele, observou-se diferença significativa ( $t=2,32$ ;  $p < 0,01$ ) de diversidade entre os ambientes.

Os valores de similaridade foram considerados baixos, ou seja, menores do que 50%. O dendrograma mostrou a formação de dois grupos florístico, um formado por nascentes de Estância (Grupo 1) e o outro formado por nascentes dos demais municípios (Grupo 2). Por sua vez, o grupo dois foi formado por dois subgrupos, um formado por nascentes de Salgado e Boquim e outro formado por nascentes de Lagarto. As áreas que apresentaram maior similaridade entre si foram: nascentes de Salgado e Boquim (40%), pois formaram um subgrupo, provavelmente em virtude da proximidade geográfica entre estas áreas. Maiores valores de dissimilaridade florística foram observados entre as nascentes situadas em Estância com relação aos demais municípios. A menor similaridade foi encontrada entre as nascentes dos municípios de Boquim e Estância (28%) (Figura 4). Em uma análise de agrupamento, Rodrigues e Nave (2004) ressaltam que valores de similaridade florística entre remanescentes de vegetação ciliar geralmente apresentaram-se baixos. De maneira geral, os baixos índices de similaridade refletem as diferenças fitogeográficas, a diferentes classes de solos e a climas distintos (MEYER et al., 2004).

Segundo Calixto-Jr e Drumond (2014), um conjunto de características peculiares pode ser responsável por determinar similaridade ou dissimilaridade entre as áreas analisadas, como o exemplo a altitude, tipologia de solos e a pluviometria. Portanto, os baixos valores de similaridade encontrados no geral refletem uma reduzida correspondência florística entre as áreas, ressaltando as especificidades de cada local. É provável que estes resultados estejam ligados ao atual estado de conservação das áreas estudadas.

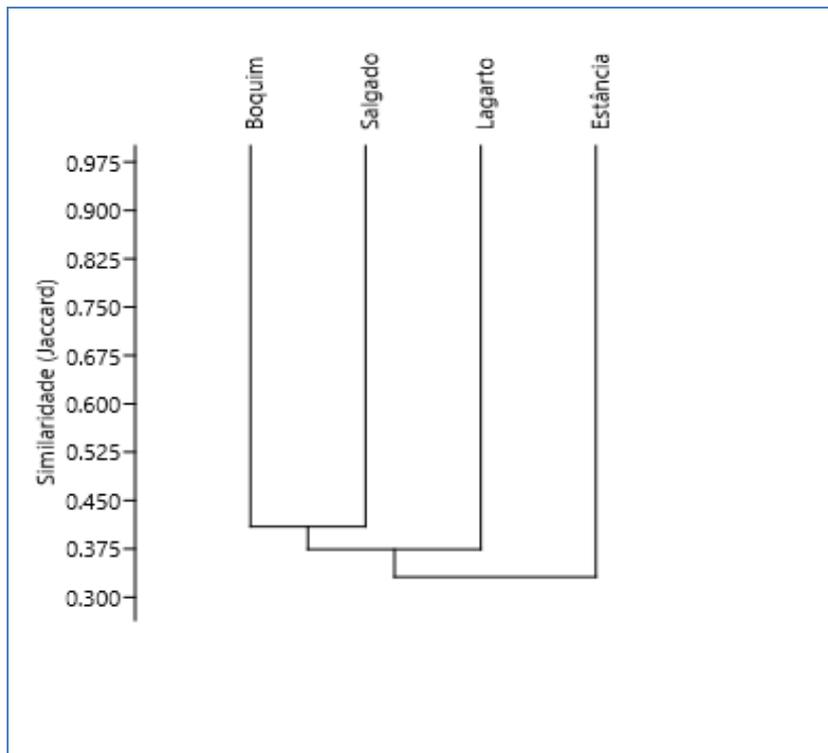


Figura 4: Análise de agrupamento das espécies com base na similaridade florística observada em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situadas nos municípios de Lagarto, Estância, Boquim e Salgado, Sergipe.

A partir da análise de abundância por espécies entre as áreas, foi constatada diferença significativa entre Boquim e os demais municípios, ou seja, Salgado ( $w = 17,5$ ;  $p < 0,01$ ) e Lagarto ( $w = 332$ ;  $p < 0,01$ ). Com relação ao índice de valor de importância das espécies compartilhadas entre as áreas de nascentes dos três municípios, não foi observada diferença significativa. A partir dos resultados obtidos, pode-se constatar que a análise das diferenças estruturais apresentou resultados mistos, com divergência estrutural apenas com relação à abundância das espécies compartilhadas, mas sem modificar o IVI destas espécies entre as áreas analisadas.

As espécies que apresentaram maior índice de valor de importância para os três municípios foram: *Cecropia pachystachya*, *Byrsonima sericea* e *Tapirira guianensis*. O índice de valor de importância (IVI) apresenta informações sobre a distribuição espacial das espécies, como também o grau de estabelecimento na comunidade (MOSCOVICH, 2006). A proporção de espécies por grupo ecológico diferiu significativamente entre os municípios estudados ( $\chi^2 = 50,5$ ; g.l. = 6;  $p < 0,01$ ). Esse resultado demonstra diferenças na proporção de classes sucessionais de suas espécies, sugerindo distintos estágios sucessionais entre as áreas de nascentes estudadas dos municípios de Salgado, Boquim, Lagarto e Estância.

#### 4.4. Conclusões

As áreas de nascentes dos quatro municípios estudados apresentaram uma riqueza total de 139 espécies, 101 gêneros e 47 famílias. Em relação às classes sucessionais, observou-se uma maior ocorrência de espécies secundárias iniciais seguidas por pioneiras e a síndrome de dispersão predominante foi zoocórica com 103 (74,1%) espécies. A proporção de espécies por grupo ecológico entre as áreas diferiu significativamente, sugerindo classes sucessionais distintas, provavelmente em virtude de características intrínsecas a cada local. Embora não tenha havido diferenças com relação ao índice de valor de importância, houve distinções na diversidade Shannon e na abundância de espécies compartilhadas entre as áreas, sugerindo diferenças estruturais, que podem estar relacionadas ao histórico das áreas e fatores ecológicos em escala local.

Os valores de similaridade foram considerados baixos, ou seja, menores do que 50%. As áreas que apresentaram maior similaridade entre si foram: nascentes de Salgado e Boquim (40%), pois formaram um subgrupo. Os maiores valores de dissimilaridade florística em relação aos demais municípios foram observados para as nascentes situadas em Estância.

Tendo em vista as observações feitas ao longo do trabalho, conclui-se que a restauração das áreas de nascentes dos quatro municípios deverá ser realizada através do enriquecimento e utilização de espécies secundárias tardias, com dispersão zoocórica produtoras de diásporos grandes. A fim de introduzir a fauna no sentido de gerar condições propícias para o processo de sucessão secundária das áreas de nascentes. É importante ressaltar que as espécies com ocorrência para os quatro municípios são indicadas para o projeto de restauração das áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, ressaltando que essas espécies mostraram maior plasticidade e adaptação à ambiente úmido.

Apesar dos fragmentos apresentarem-se antropizados, os mesmos possuem riqueza significativa na composição florística, importante para a manutenção dos processos ecológicos no ecossistema da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, e que podem seguramente servir de base para o uso das espécies presentes em futuros projetos de restauração florestal, tanto nas áreas de nascentes quanto em margens de cursos d'água desta unidade de planejamento.

#### 4.5. Referências Bibliográficas

AB'SABER, A.N. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. 320 p.

ALVARENGA, V.M.; SILVA, T.M. BUZIN; ESTEVÃO J.W.K.; PARREIRA, I.M. Identificação de degradações ambientais em segmento urbano do córrego água limpa em Jandaia-Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p.959-967, 2018.

APG IV - THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.181, p.1-20, 2016.

AQUINO, C.; BARBOSA, L.M. Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no Rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 349-358, 2009.

BAMBOLIM, A.; WOJCIECHOWSKI, J.C. Composição florística e fitossociológica de um remanescente de floresta ombrófila mista. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 1, p. 28-35, 2017.

BFG - The Brazil Flora Group. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, v. 69, n.4, p. 1513–1527. DOI: 10.1590/2175-7860201869402.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 2012.

CALAZANS, C. C. **Composição de espécies vasculares em nascentes degradadas na sub – Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, município de Estância, Sergipe**. 2010. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2010.

CALIXTO-JR., J.T.; DRUMOND, M.A. Estudo comparativo da estrutura fitossociológica de dois fragmentos de Caatinga em níveis diferentes de conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira** v. 34, p. 345-355, 2014.

CASTRO, J.L.S.; FERNANDES, L.S.; FERREIRA, K.E.J.; TAVARES, S.A.; ANDRADE, J.B.L.; Mata ciliar: Importância e funcionamento. **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, campo grande/MS – 27 a 30/11/2017- IBEAS – Instituto brasileiro de Estudos ambientais.

CASTRO, G.C. **Análise da estrutura, diversidade florística e variações espaciais do componente arbóreo de corredores de vegetação na região do alto Rio Grande, MG**. 97f. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2004.

CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a

conservação e preservação das florestas. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 42-48, 2013.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2013. PAST – Palaeontological statistics. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past/>> Acesso em: 06 nov. 2018.

HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual review of ecology and systematics**, v. 13, p. 201-228, 1982.

HUTCHESON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology**, v. 29, p. 151-154, 1970.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 41/42, p. 83-93, 1989.

MATOS, G.M.A. **Mata ciliar em processo de recuperação no Baixo Rio São Francisco: florística e fitossociologia**. 2016. 78f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2016.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. (orgs.) **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. Minas Gerais: Ed. Aprenda Fácil, 2001. 143 p.

MEYER, S.T.; SILVA, A. F.; JÚNIOR, P.M.; NETO, J.A.A.M. Composição florística da vegetação arbórea de um trecho de floresta de galeria do Parque Estadual do Rola-Moça na Região Metropolitana de Belo Horizonte, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 18, n. 4, p.701-709, 2004.

MMA.Portaria Ministério do Meio Ambiente nº 443, de 17 de dezembro de 2014, que dispõe sobre as espécies ameaçadas de extinção, parágrafo único.

MOREIRA, F.D. **Geotecnologia aplicada à sub-bacia hidrográfica do Rio Piauitinga e suas relações ambientais**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2008.

MOSCOVICH, F.A. **Dinâmica de crescimento de uma floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS**. 2006. 130f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2006.

NAPPO, M.E.; GOMES, L.J.; CHAVES, M. M. F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário da Universidade Federal de Lavras**, v.30, p.1-31, 1999.

NASCIMENTO, M. I. C. **Vegetação arbórea-arbustiva em áreas de nascentes localizadas na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Lagarto-SE**. 2011. 77f. Trabalho de

conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2011.

NOGUEIRA, N.O.; OLIVEIRA, O.M.; MARTINS, C.A.S.; BERNARDES, C.O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, p. 2123-2131, 2012.

OLIVEIRA, L.C.S.; J.C.O. GUIMARÃES; I.C.S. SOUZA; C.M. LIMA; W.C. FERREIRA. Levantamento florístico e fitossociológico da regeneração natural de uma Mata de Galeria localizada no Município de Jataí – GO. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 08, n. 3, p.59-77, 2015.

OLIVEIRA, D.G. **Análise da vegetação no entorno de nascentes localizadas no município de Salgado-SE, pertencentes à Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga**. 2010. 85f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2010.

PIJL, L.V.D. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. Berlim: Springer-Verlag, 1982. 161 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p.45-71.

SANTANA, J.P.; ROCHA, P.A.; SILVA, T.R.; RIBEIRO, A.S.; PRATA, A.P.N. Floristic characterization of Ibura National Forest, Sergipe, Brazil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 33, p. 447-464, 2017.

SANTOS, W.A.; ALMEIDA, A.Q.; CRUZ, J.F.; MELLO, A.A.; SANTOS, R.B.; LOUREIRO, D.C. Conflito de uso da terra em áreas de preservação permanentes da bacia do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 60, n. 1, p. 19-24, 2017.

SANTOS, T.I.S. **Estado de conservação e aspectos da vegetação de nascentes do Riacho Grilo-SE**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2009.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B.; CHEN, H.J. A comparative study of various tests of normality. **Journal of the American Statistical Association**, v. 63, n.324, p.1343-1372, 1968.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1975. 448 p.

SILVA, G.A.; CRUZ, L.S.; GONALVES, F.D.S.; MESQUITA, J.B.; SANTOS, R.S. Crescimento da aroeira-vermelha no Reflorestamento da Mata Ciliar. **Agroforestalis News**, Aracaju, v.1, n.1, 2016.

STEFANELLO, D.; FERNANDES-BULHÃO, C.; MARTINS, S. V. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p.1051-1061, 2009.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The Water Balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104 p.

VELLOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

ZILLER, S.R. **A Estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica**. 2000. 268f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2000.

## 5. ARTIGO 2: ATRIBUTOS DO SOLO E VEGETAÇÃO EM ÁREAS DE NASCENTES DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIAUITINGA, SERGIPE, BRASIL

### RESUMO

As formas de uso e ocupação dos solos na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, historicamente, conduziram a um avançado processo de degradação de suas áreas de preservação permanente, inclusive nas áreas de entorno das nascentes aí situadas. Tendo em vista a necessidade da recuperação das áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar atributos químicos e granulométricos do solo, e verificar a similaridade entre as áreas, bem como uma possível correlação destes na distribuição das espécies florestais ao longo do Rio Piauitinga, desde as nascentes principais até à foz. Os solos analisados foram coletados em 48 nascentes situadas na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, nos municípios de Lagarto, Boquim, Salgado e Estância, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. A partir dos atributos químicos e granulométricos do solo, foi realizada uma análise de agrupamento usando o software Statistica. A matriz de similaridade foi simplificada com dendrogramas usando o método de agrupamento de Ward. E, em seguida, realizada a correlação através da análise de correspondência canônica (CCA). Pela análise de agrupamento, houve a formação de seis e sete grupos para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente. A análise de correspondência canônica evidenciou que variações nos atributos químicos e granulométricos do solo influenciam na distribuição espacial das espécies arbustivo-arbóreas ao longo da unidade de planejamento estudada. *Aegiphila pernambucensis* Moldenke, *Byrsonima sericea* DC., *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers, *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Ocotea glomerata* (Nees) Mez, *Cupania impressinervia* Acev.-Rodr. e *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. são espécies adaptadas a condições edáficas com elevada acidez e fertilidade muito baixa.

**Palavras-chave:** recuperação de nascentes, relação solo-vegetação, matas ciliares.

### ABSTRACT

#### Soil and vegetation attributes in spring areas surrounding the Piauitinga River Sub-Basin, Sergipe, Brazil

The forms of land use and occupation in the Piauitinga River Sub-Basin have historically led to an advanced process of degradation of its permanent preservation areas, including the surrounding spring areas. Considering the need for the recovery of the catchment areas of the Watershed, this work was carried out with the objective of evaluating soil chemical and particle size attributes, and to verify the similarity between the areas, as well as a possible correlation of these in the distribution. Forest species along the Piauitinga River, from the main springs to the mouth. The analyzed soils were collected from 48 springs located in the Piauitinga River Sub-Basin, in the municipalities of Lagarto, Boquim, Salgado and Estância, at depths of 0-20 and 20-40 cm. From the analysis data of the chemical and particle size attributes of the soil, a cluster analysis was performed using the Statistica software. The similarity matrix was simplified with dendrograms using Ward's clustering method. Then the correlation was performed through canonical correspondence analysis (CCA). By cluster analysis, six and seven groups were formed at depths of 0-20 and 20-40 cm, respectively. Canonical correspondence analysis showed that variations in soil chemical and particle size attributes influence the spatial distribution of shrub-tree species throughout the studied planning unit. *Aegiphila pernambucensis* Moldenke, *Byrsonima sericea* DC., *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers, *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Ocotea glomerata* (Nees) Mez, *Cupania impressinervia* Acev.-Rodr., *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr.

**Key-words:** Recovery of springs, Soil-vegetation relationship, Riparian forests.

## 5.1. Introdução

Os fatores responsáveis pela determinação da composição florística e da disposição espacial de espécies vegetais em uma comunidade estão relacionados diretamente às características fitogeográficas do local, como a concentração de nutrientes no solo, topografia, substrato e a idade dos depósitos sedimentares (JARDIM et al., 2016).

Variações edáficas influenciam na heterogeneidade da composição florestal e seus efeitos podem ser observados mesmo no interior de pequenos fragmentos. Esse fato é resultante tanto da diversidade de fatores que interagem nas comunidades quanto da resposta das espécies a esses fatores, sendo determinantes para que cada local tenha características próprias (BRAGA et al., 2015).

Outro fator importante é a duração e a frequência da saturação hídrica do solo, que define características abióticas e afetam os processos bióticos, como a taxa de decomposição, germinação e o recrutamento de indivíduos, definindo a distribuição das espécies, bem como a composição e cobertura do solo (CAMARGOS et al., 2008).

A cobertura do solo é um fator decisivo no escoamento superficial e no transporte de sedimentos, podendo influenciar na qualidade e disponibilidade de água dos mananciais (VANZELA et al., 2010). No entanto, os recursos naturais no Brasil têm sofrido danos antrópicos, mesmo em locais protegidos por lei, principalmente no que se refere às Áreas de Preservação Permanente (APP's). Essas áreas são protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

Como consequência da retirada da vegetação dessas áreas, a exposição do solo dificulta a infiltração de água e aumenta o fluxo superficial. Tais processos ameaçam a integridade das nascentes e dos cursos d'água, uma vez que comprometem a quantidade e a qualidade da água destinada à população (CARVALHO et al., 2012) ou para usos diversos, tais como agrícola e dessedentação animal.

Inundações em bacias hidrográficas e a heterogeneidade do solo desempenham diferentes funções na distribuição espacial das espécies e, como consequência, estes fatores podem modificar a estrutura de uma floresta ripária (BUDKE et al., 2007). Isso ocorre em virtude da redução dos nutrientes disponíveis no solo e, em geral, solos com baixa disponibilidade de nutrientes tendem a selecionar espécies com baixo requerimento nutricional (MEDINA; HUBER, 1992).

A compreensão da interação dos fatores edáficos com a vegetação e da dinâmica de reação de uma comunidade florestal ao ambiente permite analisar a distribuição espacial das espécies no gradiente ambiental. Além disso, contribui e auxilia nas medidas que visam a

conservação e manejo adequado de ecossistemas, bem como fornece informações úteis para a recuperação ambiental dessas comunidades (BRAGA et al., 2015).

As relações que ocorrem entre o relevo, os solos e a vegetação são caracterizadas como interdependentes, uma vez que as condições de drenagem e a variação dos solos interferem na composição vegetal, assim como as diferentes condições de relevo vai interferir em várias propriedades dos solos, como estrutura, porosidade, densidade do solo e teor de nutrientes (CAMPOS et al., 2012).

Fatores edáficos como a fertilidade do solo, o regime hídrico, a profundidade do solo, dentre outros, exercem forte influência na distribuição espacial das espécies da vegetação ciliar em bacias hidrográficas (CORREIA et al., 2001; CAMARGOS et al., 2008; SOARES; FERRER, 2009; OLIVEIRA et al., 2018). Porém, as formas de uso e ocupação dos solos nessas áreas de nascentes, historicamente, conduziram a um avançado processo de degradação da vegetação do seu entorno.

Em Sergipe, a Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga possui grande importância socioeconômica no contexto geográfico para a região centro-sul de Sergipe, na medida em que abastece parte da população dos municípios de Estância, Salgado, Lagarto, Boquim, Simão Dias, Riachão do Dantas e Poço Verde (MOREIRA, 2008). No entanto, suas nascentes encontram-se em alto grau de antropização, cujos impactos estão atribuídos principalmente ao uso e ocupação do solo por agricultura e pastagem, que promovem a fragmentação e a degradação da vegetação ciliar das nascentes (OLIVEIRA et al., 2012).

Tendo em vista a necessidade da recuperação das áreas das nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar atributos químicos e granulométricos do solo e verificar a possível correlação dos fatores edáficos na distribuição das espécies florestais ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, desde as nascentes principais até a foz. Além disso, foram avaliadas quais as espécies nativas com maior adaptação ao tipo de solo, tendo em vista o restabelecimento da vegetação da área para evitar o surgimento de processos erosivos e a perda da biodiversidade das espécies.

## 5.2. Material e métodos

### 5.2.1. Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Piauí, localizadas na região centro-sul do estado de Sergipe, compreendendo os municípios de Lagarto, Boquim, Salgado e Estância. Essa sub-bacia integra a mesorregião geográfica do Agreste Sergipano (microrregião de Lagarto) e do Leste Sergipano (microrregiões de Boquim e Estância) e está localizada entre as coordenadas geográficas de 10°34' e 10°45'S e 37°22' e 37°34'O (Figura 1).

A sub-bacia hidrográfica abrange uma área de 411,98 km<sup>2</sup> e seu perímetro é de 121,22 km (MOREIRA, 2008). Ela compreende 100 nascentes já georreferenciadas (Figura 1), (NASCIMENTO, 2011; SANTOS, 2009; OLIVEIRA, 2010; CALAZANS, 2010) (Anexo I), porém, para a realização desse trabalho, foram realizadas coletas de solo no entorno de 48 nascentes distribuídas nos quatro municípios em que a sub-bacia está localizada: Lagarto (18 nascentes), Salgado (9), Boquim (10) e Estância (11).

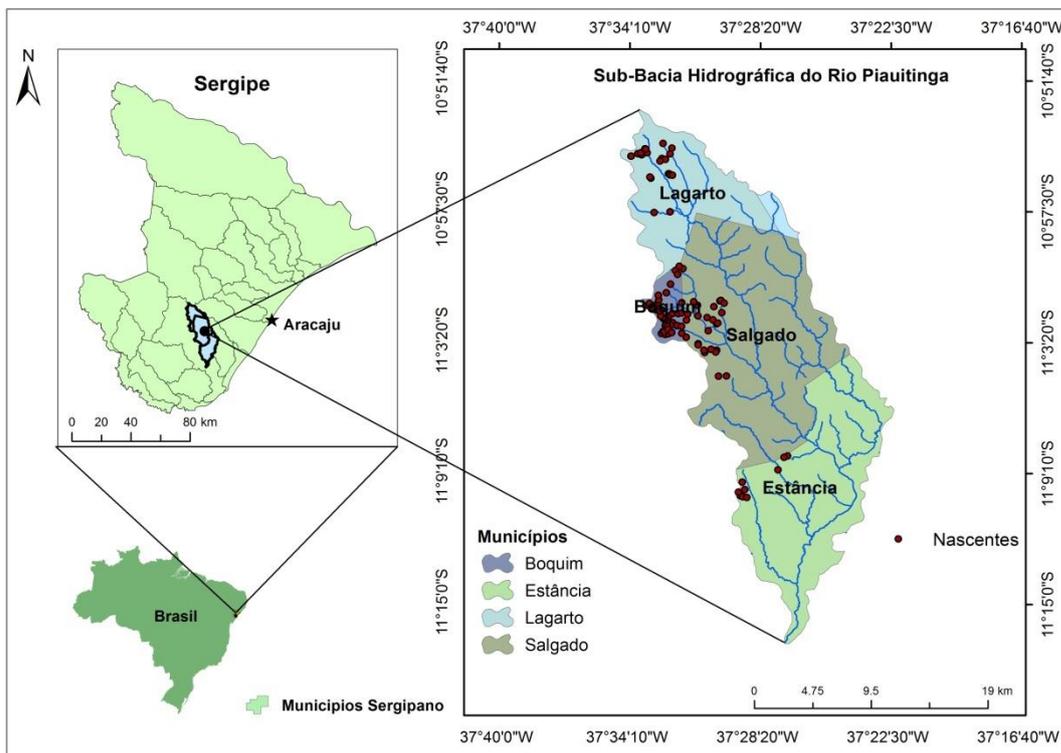


Figura 1: Mapa de localização das nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, situada nos municípios de Salgado, Lagarto, Estância e Boquim, Sergipe

Para as áreas de nascentes situadas ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, observa-se a presença de diferentes tipologias vegetacionais em seu entorno, conforme estabelece a classificação da vegetação brasileira oficial (VELLOSO et al., 1991),

sendo caracterizada em 3 regiões, conforme a sua localização: alto (nascente), médio e baixo Piauitinga (foz).

O município de Lagarto, situado na região do Alto Piauitinga, apresenta as principais nascentes e uma topografia mais acentuada. As áreas estudadas possuem uma fisionomia florestal característica de ecótonos, exibindo vegetação típica da transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga (MATOS, 2016). Já as nascentes situadas nos municípios de Salgado e Boquim, correspondentes ao Médio Piauitinga e Estância (Baixo Piauitinga), apresentam fisionomias características de Mata Atlântica (SANTOS et al., 2017). Dados de clima, temperatura, índice pluviométrico e classes de solos estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Tipo climático (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), temperatura, índice pluviométrico e classes de solos (EMBRAPA, 2018) dos municípios de Boquim, Estância, Lagarto e Salgado.

<b>Município</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Clima</b>	<b>Pluviometria</b>	<b>Classes de solos</b>
<b>Boquim</b>	24,3°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.398 mm	Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo
<b>Estância</b>	24,7°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.803 mm	Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico
<b>Lagarto</b>	28,2°C	Megatérmico Subúmido	1.182 mm	Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo
<b>Salgado</b>	24,6°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.515 mm	Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico

### 5.2.2. Caracterização e análises dos solos

As coletas de solo foram realizadas em um raio de 50 m no entorno das nascentes, equivalente a 0,79 ha<sup>-1</sup>, nos municípios de Lagarto, Boquim, Salgado e Estância, a amostragem foi realizada em caminhamento zigue-zague, as amostras foram coletadas com o auxílio de um trado holandês. Foi realizada uma amostra composta para cada nascente, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Para a realização das análises químicas e granulométricas, as amostras foram encaminhadas para o Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe – ITPS. Foram determinados os seguintes parâmetros químicos do solo: pH em água, Matéria Orgânica (MO), Cálcio + Magnésio (Ca+Mg), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al<sup>3+</sup>), Sódio (Na), Potássio (K), Fósforo (P) e Hidrogênio + Alumínio (H+Al) (EMBRAPA, 2009). A partir dos resultados foram calculadas a Soma de Bases (SB), Capacidade de Troca de Cátions Potencial (CTCpotencial), Porcentagem de Sódio Trocável (PST) e Saturação de Bases (V).

Quanto ao aspecto físico para fins de caracterização, foi determinada a granulometria do solo (areia, argila e silte) pelo método do densímetro de Bouyoucos (EMBRAPA, 1997). A partir dos dados das análises dos atributos químicos e granulométricos do solo, foi realizada uma análise de agrupamento usando o software Statistica. A matriz de similaridade foi simplificada com dendrogramas usando o método de agrupamento de Ward.

### 5.2.3. Análise das variáveis de solos e vegetação

Para compreender se as variáveis dos solos influenciam no padrão de distribuição das espécies florestais ao longo do curso d'água do Rio Piauitinga, foi gerada uma listagem florística das espécies que ocorrem nas áreas de nascentes nos municípios de Lagarto, Salgado e Boquim.

Duas matrizes foram elaboradas, uma de vegetação contendo a densidade de espécies que ocorrem nas áreas das nascentes dos municípios e outra matriz contendo os dados de solos dos municípios em questão. A densidade foi obtida a partir de trabalhos previamente realizados no aspecto fitossociológico, por meio de amostragem, no entorno de 48 nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga. Para essa etapa foram considerados apenas três municípios sergipanos: Lagarto (NASCIMENTO, 2011), Boquim (SANTOS, 2009) e Salgado (OLIVEIRA, 2010), no município de Estância, foi realizado apenas um censo populacional de plantas pertencentes a diversos hábitos, tais como: árvores, arbustos, ervas e trepadeiras. Fato esse que excluiu esse município das análises de correspondência canônica. Para esse trabalho, foram consideradas apenas as análises que trataram de indivíduos arbóreos e arbustivos.

Na matriz com os dados da vegetação foram consideradas as espécies com cinco ou mais indivíduos no levantamento total, o que correspondeu a 65 espécies (Tabela 2), pois espécies raras ou com pouco valor de densidade têm pouca ou nenhuma influência nos resultados de ordenações e sua eliminação reduz o montante de cálculos (CAUSTON, 1988). São consideradas espécies raras aquelas com pouca ocorrência ou com apenas uma ocorrência em toda a amostragem (LEGENDRE; GALLAGHER, 2001). Quanto à matriz de variáveis ambientais foram incluídas 16 variáveis edáficas (pH, K, Ca+Mg, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, V, P, PST, MO, CTC, areia, argila e silte).

Tabela 2: Relação das espécies arbóreas e arbustivas, com cinco ou mais indivíduos, utilizadas na análise de correspondência canônica, ocorrentes nas áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe.

<b>Família</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Anacardium giganteum</i> W.Hancock ex Engl.	
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro
	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira

	<i>Tapirira guianensis</i> Aublet	Pau-pombo
	<i>Thyrsoodium spruceanum</i> Benth.	
<b>ANNONACEAE</b>		
	<i>Duguetia gardneriana</i> Mart.	Araticum-taia
	<i>Xylopia frutescens</i> Aublet	Pindaíba
<b>APOCYNACEAE</b>		
	<i>Himatanthus bracteatus</i> (A.DC.) Woodson	Cajueiro-da-velha
<b>ASTERACEAE</b>		
	<i>Moquiniastrium oligocephalum</i> (Gardner) G. Sanchora	
<b>BIGNONIACEAE</b>		
	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo
	<i>Tabebuia stenocalyx</i> Sprague & Stapf	Amescla
<b>BORAGINACEAE</b>		
	<i>Cordia toqueve</i> Aubl.	Cordia
<b>BURSERACEAE</b>		
	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	
<b>CANNABACEAE</b>		
	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Trema
<b>CHRYSOBALANACEAE</b>		
	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Mula-branca
	<i>Parinari rodolphii</i> Huber	
	Sp.	
<b>CLUSIACEAE</b>		
	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Pau-sangue
<b>DILLENIACEAE</b>		
	<i>Curatella americana</i> L.	Lixeira
<b>FABACEAE</b>		
	<i>Abarema cochliacarpus</i> (Campo) Barneby & J. W. grimes	
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	Angelim
	<i>Bauhinia acuruana</i> Moric.	Mororó
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	Sucupira
	<i>Cassia grandis</i> L.f.	Canafístula
	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Sombreiro
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	
	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá-verdadeiro
	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.	Falso-ingá
	<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	Mau-vizinho
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema
	<i>Piptadenia</i> sp.	
	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	Bordão-de-velho
<b>LAMIACEAE</b>		
	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	
	<i>Aegiphila pernambucensis</i> Moldenke	
<b>LAURACEAE</b>		
	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	Louro
<b>LECYTHIDACEAE</b>		
	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Biriba

	<i>Lecythis cf. pisonis</i> Cambess.	Sapucaia
<b>MALPIGHIACEAE</b>		
	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Muricí
<b>MALVACEAE</b>		
	<i>Eriotheca macrophylla</i> (K.Schum.) A.Robyns	Embira-branca
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba
<b>MORACEAE</b>		
	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Jaqueira
<b>MYRTACEAE</b>		
	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	Guarabiraba
	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	
	<i>Myrcia rosangelae</i> NicLugh.	
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Araçazinho
	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão
<b>NYCTAGINACEAE</b>		
	<i>Guapira tomentosa</i> (Casar.) Lundell	Bandola
	<i>Pisonia</i> sp.	João-mole
<b>OCHINACEAE</b>		
	<i>Ouratea cuspidata</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Ouratea
	<i>Ouratea fieldingiana</i> (Gardner) Engl.	
<b>PHYLLANTHACEAE</b>		
	<i>Richeria grandis</i> Vahl	Jaqueira-brava
<b>RHAMNACEAE</b>		
	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Joazeiro
<b>RUBIACEAE</b>		
	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo
	<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schtdl.	
<b>RUTACEAE</b>		
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Laranjeira-brava
<b>SALICACEAE</b>		
	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Camarão
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Camarão
<b>SAPINDACEAE</b>		
	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Estralador
	<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.	Camboatá
	<i>Cupania zanthoxyloides</i> Radlk.	Camboatá
<b>SAPOTACEAE</b>		
	<i>Manilkara rufula</i> (Miq.) H.J.Lam	Massaranduba
<b>SIMAROUBACEAE</b>		
	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	
<b>URTICACEAE</b>		
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Umbaúba

Para possibilitar a análise de ordenação direta de gradientes explicando a distribuição das espécies em relação às variáveis ambientais, foi utilizada a análise de correspondência canônica (CCA), através do *software* R, versão 2.15 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006).

Utilizou-se o teste de Monte Carlo para avaliar o nível de significância dos eixos de ordenação canônica, o qual permite analisar a probabilidade de acerto nas relações encontradas entre as variáveis vegetais e as ambientais (TER BRAAK; PRENTICE, 1988).

### 5.3. Resultados e discussão

#### 5.3.1. Caracterização e análises dos solos

A partir da similaridade existente entre as 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, com base em 16 atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 0-20 cm, foi observada a formação de seis grupos distintos (Figura 2). Grupo 1: constituído por seis áreas de nascentes, três localizadas no município de Salgado (N1SA, N7SA e N3SA), duas de Estância (N6ES e N8ES) e uma de Boquim (N8BO); se caracterizou por apresentar valores intermediários para os atributos do solo, no entanto apresentou as menores médias para os atributos argila e Na com valores médios de 1,16% e 8,33mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e maior média para pH (5,22). Grupo 2: foi constituído por duas áreas de nascentes, uma pertencente ao município de Lagarto (N6LA) e outra de Salgado (N9SA); se caracterizou pelas maiores médias para Ca+Mg (3,24cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), Ca<sup>2+</sup> (1,21 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), Mg (2,03 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), Al<sup>3+</sup> (2,78 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), H+Al (3,37 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), Na (100,75 mg dm<sup>-3</sup>), K (46,50 mg dm<sup>-3</sup>), SB (3,79 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), CTC (7,16 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), PST (5,77%) V (57,55%) e argila (34,18%). Grupo 3: formado por cinco áreas de nascentes do município de Lagarto (N7LA, N8LA, N17LA, N10LA e N11LA), apresentou as maiores médias para os atributos MO (26,50 mg dm<sup>-3</sup>) e silte (35,55%), e menor média para areia (36,01%), no entanto apresentou valores intermediários para os demais atributos. Grupo 4: constituído por 22 áreas de nascentes dos quatro municípios estudados, sendo quatro de Salgado (N2SA, N4SA, N5SA e N8SA), duas de Lagarto (N16LA e N9LA), oito de Boquim (N7BO, N4BO, N6BO, N5BO, N1BO, N3BO, N10BO e N5BO) e oito em Estância (N11ES, N5ES, N4ES, N1ES, N3ES, N2ES, N10ES e N9ES); apresentou os menores valores para MO (13,11 mg dm<sup>-3</sup>) e PST (1,97%), os demais atributos apresentaram valores intermediários. Grupo 5: constituído por seis áreas de nascentes, sendo quatro nascentes situadas no município de Lagarto (N15LA, N12LA, N13LA e N14LA), uma de Salgado (N6SA) e uma de Estância (N7ES); apresentou as menores médias para os atributos Ca+Mg (0,79 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), Ca<sup>2+</sup> (0,07 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), K (22,05 mg dm<sup>-3</sup>), P (1,47 mg dm<sup>-3</sup>), SB (0,92 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) e V (22,92%), os demais atributos apresentaram valores intermediários. Grupo 6: constituído por seis áreas de nascentes, uma localizada no município de Boquim (N2BO) e as demais em Lagarto (N2LA, N5LA, N3LA, N1LA e N18LA), apresentou valores mais elevados para P (11,02 mg dm<sup>-3</sup>) e areia (74,75%), e os menores valores de pH (4,72), Mg (0,46 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), H+Al (1,41 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), CTC (2,40 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>) e silte (12,60%), os demais atributos apresentaram valores intermediários.

A partir dos dados expostos, verificou-se que predomina um caráter ácido nas áreas de nascentes dos quatro municípios da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga (Anexo I e II),

evidenciando baixos valores de pH, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). A elevada acidez influencia a ordem da distribuição espacial das espécies vegetais (LAU et al., 2014; GONÇALVES et al., 2011).

Em relação às bases trocáveis (cálcio, magnésio, sódio e potássio), os teores de cálcio (Ca), sódio (Na) e magnésio (Mg) foram considerados baixos para todos os grupos. No entanto, Wright et al. (2011) sugerem que K, Mg e Ca influenciam na distribuição e limitam o crescimento das espécies. De acordo com Rodrigues et al. (1993), o cálcio influencia diretamente no crescimento das plantas, a taxa de crescimento das plantas submetidas a solo com carência de cálcio é relativamente negativa. Porém, os autores afirmam que diferentes espécies respondem diferentemente aos níveis de cálcio disponíveis no solo.

O valor de  $Al^{3+}$  foi considerada elevada para o grupo 2, porém quanto maior concentração de  $Al^{3+}$ , menor nível de Ca+Mg (BRAGA et al., 2015). Com isso, pode-se afirmar que baixos teores de Ca e Mg indicam que o solo encontra-se com excesso de acidez e baixa saturação por bases (V%), e, provavelmente, com toxidez por  $Al^{3+}$ . Nesse caso, a recomendação é a realização de calagem que corrigirá a acidez do solo (TOMÉ JÚNIOR, 1997), ou selecionar espécies tolerantes ao excesso de alumínio trocável.

Já para a MO foi observada que obteve maior valor para o grupo 3, constituído apenas por amostras de solo de áreas de nascentes do município de Lagarto, indicando maior fertilidade para essas áreas. A estabilidade da matéria orgânica é um fator importante na reserva de nutrientes do solo (SILVA et al., 2007). Segundo Tomé Júnior (1997), locais ricos em matéria orgânica ocorrem em baixadas com excesso de água (deficiência de oxigênio), sendo mais prejudiciais para os micro-organismos decompositores do que para as plantas produtoras de biomassa. A maior disponibilidade de P foi observada no grupo 6, portanto a disponibilidade do fósforo é importante para as plantas, podendo afetar diretamente a produtividade e resiliência de florestas tropicais (FRIZANO et al., 2003).

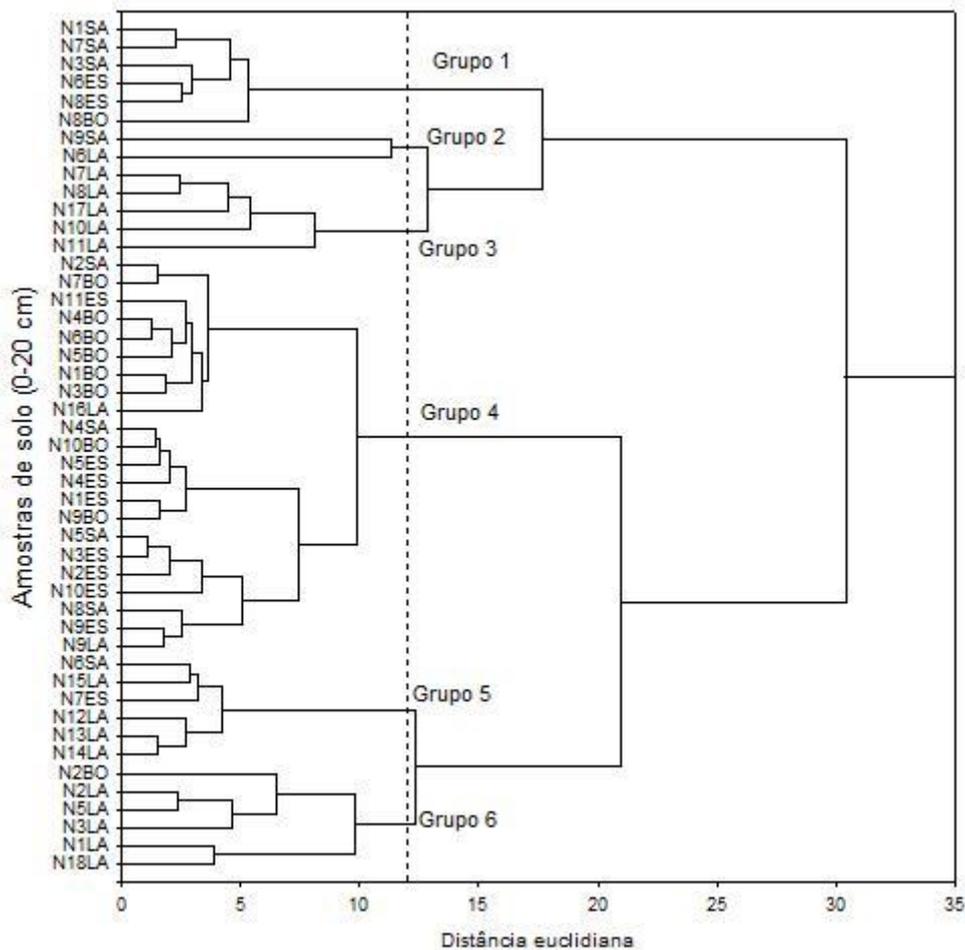


Figura 2: Dendrograma bidimensional representando a similaridade das 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauítinga, nos municípios de Lagarto, Salgado, Estância e Boquim em relação aos atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 0-20 cm.

Já na profundidade de 20-40 cm, foi observada a formação de sete grupos distintos (Figura 3). Grupo 1: constituído por cinco áreas de nascentes, três localizadas no município de Salgado (N1SA, N3SA e N7SA), uma de Estância (N6ES) e uma de Lagarto (N18LA), se caracterizou por apresentar maiores médias para  $\text{Ca}^{2+}$  ( $0,95 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ), P ( $7,56 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e areia (70,53%), no entanto apresentou as menores médias para  $\text{Al}^{3+}$  ( $0,58 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ), Na ( $9,46 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e PST (0,87%) e valores intermediários para os demais atributos do solo. Grupo 2: constituído por 11 áreas de nascentes, sete localizadas no município de Estância (N7ES, N3ES, N5ES, N1ES, N8ES e N2ES), duas de Salgado (N4SA e N10SA) e duas de Boquim (N10BO e N9BO), se caracterizou por apresentar a menor média para o atributo MO ( $9,66 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e médias intermediárias para os demais atributos. Grupo 3: formado por áreas de nove nascentes, quatro delas localizadas no município de Boquim (N1BO, N3BO, N4BO e N7BO), três de Salgado (N2SA, N6SA e N9SA) e duas de Lagarto (N10LA e N9LA), apresentou maior média para pH (5,21) e menor média para o atributo argila (12,07%), no entanto apresentou valores intermediários para os demais atributos. Grupo 4: constituído por

12 áreas de nascentes dos quatro municípios estudados, sendo duas de Salgado (N5SA e N8SA), três de Boquim (N8BO, N6BO e N5BO), duas em Estância (N4ES e N9ES) e cinco de Lagarto (N16LA, N12LA, N13LA, N14LA e N15LA), apresentou valor elevado apenas para o atributo H+Al ( $3,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), os demais atributos apresentaram valores intermediários. Grupo 5: formado por sete áreas de nascentes, seis nascentes situadas no município de Lagarto (N4LA, N7LA, N1LA, N2LA, N3LA e N5LA) e uma de Boquim (N2BO), apresentou as menores médias para os atributos Ca+Mg ( $0,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ),  $\text{Ca}^{2+}$  ( $0,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), Mg ( $0,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), H+Al ( $1,18 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), SB ( $0,66 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), CTC ( $1,84 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e silte (14,92%) e maior média para PST (4,80%), os demais atributos apresentaram valores intermediários. Grupo 6: constituído por três áreas de nascentes localizadas no município de Lagarto (N6LA, N8LA e N17LA), apresentou valores mais elevados para MO ( $27,83 \text{ mg dm}^{-3}$ ), Ca+Mg ( $2,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), de Mg ( $1,66 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), Na ( $35,13 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ), K ( $47,77 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ), SB ( $2,73 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e V (58,37%), e o menor valor foi observado para o atributo P ( $1,07 \text{ mg dm}^{-3}$ ), os demais atributos apresentaram valores intermediários. Grupo 7: constituído por uma área de nascente localizada no município de Lagarto (N11LA), apresentou valores mais elevados para os atributos CTC ( $8,09 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), argila (48,49%), e silte (36,41%) e menor valor de pH (4,48), os demais atributos apresentaram valores intermediários.

O elevado teor de alumínio observado no grupo 7 pode causar alteração morfológica nas raízes das plantas, como a redução da parte aérea e das raízes, tornando as raízes mais curtas e grossas (MIGUEL et al., 2010), o que pode indicar a possível seleção natural de espécies. Os valores elevados de acidez potencial nos solos provocam redução do pH (hidrólise), como observado na análise do solo, assim como os radicais ácidos da matéria orgânica do solo (acidólise), baixo valor de pH, reflete em menor saturação por bases e maior teor de  $\text{Al}^{3+}$  (SILVA et al., 2008), indicando existir elevada acidez e com solos distróficos. Porém, o excesso de alumínio no solo pode tornar-se tóxico, causando graves anomalias ao sistema radicular, modificando os padrões de absorção e o metabolismo de nutrientes (SALVADOR et al., 2000). O elevado teor de argila é favorável ao maior acúmulo de água no solo e menor disponibilidade natural de nutrientes em geral, podendo causar maior adsorção de silicatos e óxidos de  $\text{Al}^{3+}$  (SANTOS et al., 2008).

No grupo cinco foi observado o valor mais elevado de PST, no entanto, solos com elevada PST são mais suscetíveis ao selamento superficial e erosão hídrica. Isso pode causar rompimento de agregados do solo, no entanto, esse fato é indesejável, visto que pode acarretar grande impacto ambiental por liberar nutrientes de forma excessiva (PEDROTTI et al., 2015).

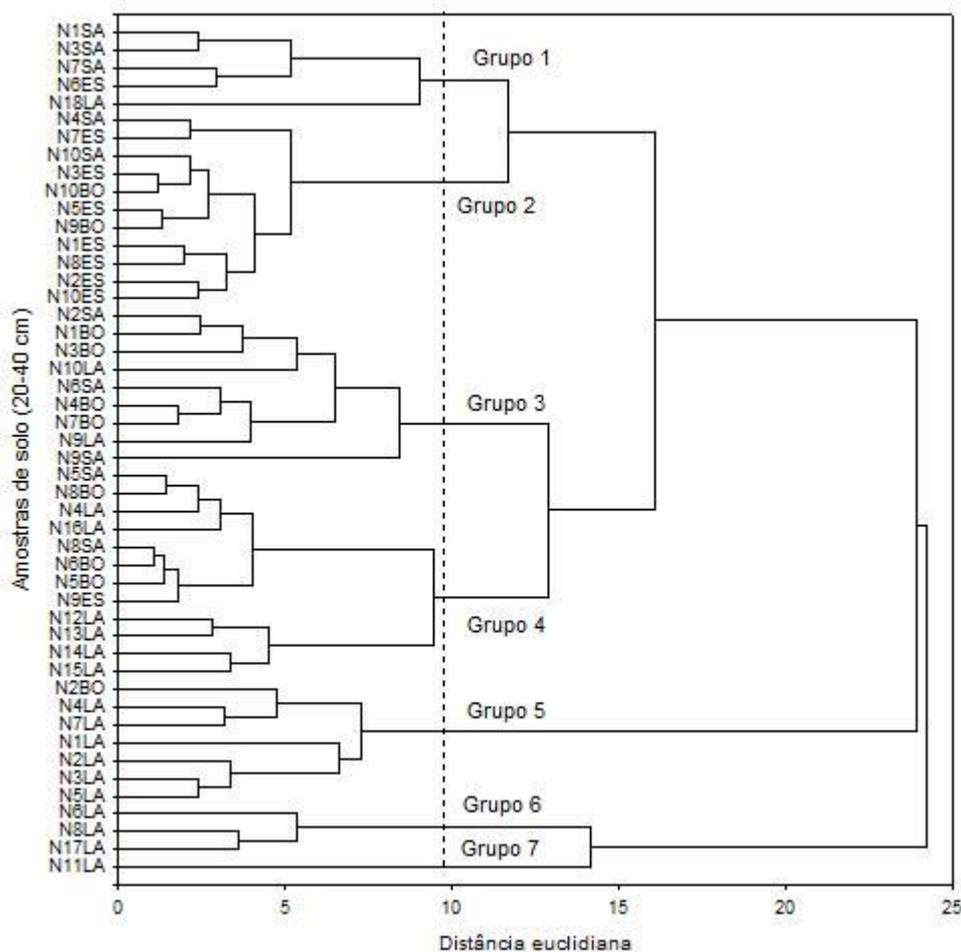


Figura 3: Dendrograma bidimensional representando a similaridade das 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, nos municípios de Lagarto, Salgado, Estância e Boquim em relação aos atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 20-40 cm.

Os resultados apresentados mostraram que as áreas de nascentes que apresentaram melhores condições de fertilidade do solo foram as áreas dos municípios de Salgado e Lagarto. Em estudo realizado por Sobral et al. (2007), intitulado como recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe, indica que as condições do solo dos quatro municípios estudados apresentam condicionamento favorável (restrição mínima) ao desenvolvimento das espécies vegetais.

### 5.3.2. Correlação entre ambiente e vegetação

Entre os 16 atributos do solo incluídos na análise de correspondência canônica (ACC) foi possível observar que, na profundidade 0-20 cm, apenas sete variáveis apresentaram correlação mais forte com o eixo 1, entre elas: MO, Al, Na, V e argila foram positivas. Já o pH e a areia, apresentaram forte correlação negativa (Tabela 3). Para o eixo 2, as variáveis Ca+Mg, Ca, H+Al, SB, CTC, K e P apresentaram altas correlações positivas, mas as variáveis MO, PST e silte apresentaram altas correlações negativas (Tabela 4). A matéria orgânica

apresentou correlação positiva apenas com o eixo 1. No entanto, essa variável (MO) é muito importante, pois influencia na determinação da altura das espécies, atuando como fonte de macro e micronutrientes (Nitrogênio, Fósforo, Enxofre e Boro) ao crescimento da planta (COLMANETTI, 2013).

Ao analisar a correlação das variáveis na profundidade de 20-40 cm, verificou-se que apenas oito variáveis apresentaram altas correlações com o eixo 1. Correlacionaram positivamente o pH, o Na e a areia e correlações negativas foram apresentadas com Al, PST, V, argila e silte. O segundo eixo correlacionou-se positivamente com as variáveis MO, Na, PST, argila e silte, porém mostrou alta correlação negativa com as variáveis Ca+Mg, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC, K, P e areia (Tabela 4).

Ao analisar as correlações ponderadas, foram observadas interações entre as variáveis analisadas, merecendo destaque para as altas correlações positivas com mais de 50% dos valores acima de 0,900 nas duas profundidades. Evidenciou-se altas correlações entre Ca e a CTC, Ca+Mg e SB, Mg e P, o Al e o Na, ressaltando as altas correlações negativas entre Ca e silte, H+Al e PST, CTC e silte, K e silte, areia e argila para a profundidade 0-20 cm (Tabela 3).

Para a profundidade 20-40 cm, foram evidenciadas altas correlações entre pH e areia, Mo e PST, Al e argila, Ca+Mg e SB, argila e silte, com altas correlações negativas entre Ca e PST, pH e silte, pH e argila, areia e argila e areia e silte (Tabela 4).

Os valores de pH apresentaram correlação positiva e significativa com os atributos  $\text{Ca}^{2+}$  ( $r=0,599$  e  $r=0,984$ ), H+Al ( $r=0,713$  e  $r=0,896$ ) e areia ( $r=0,921$  e  $r=0,999$ ) para a profundidade de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente (Tabela 3 e 4). A correlação foi negativa com as variáveis MO ( $r=-0,837$  e  $-0,962$ ),  $\text{Al}^{3+}$  ( $r=-0,988$  e  $-0,93$ ), PST ( $r=-0,719$  e  $0,980$ ) e argila ( $r=-0,951$  e  $0,999$ ). A correlação positiva dos valores de pH com os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e saturação por bases deve-se à maior proporção de cátions básicos ocupando os sítios de troca dos solos em comparação aos cátions geradores da acidez do solo como  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  (VALLADARES, 2009).

Ao analisar o diagrama de ordenação das espécies, observa-se que os fatores que mais influenciaram na distribuição espacial das espécies foram MO e pH. A ordenação das espécies pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) indica que espécies como *Aegiphila pernambucensis*, *Byrsonima sericea*, *Eschweilera ovata*, *Myrcia splendens*, *Ocotea glomerata*, *Cupania impressinervia* e *Stryphnodendron pulcherrimum* (Figura 4 e 5) são mais abundantes em solos ácidos, com baixo valor de pH e com maior teor de  $\text{Al}^{3+}$ . Essas espécies estão presentes nas áreas de nascentes dos municípios Salgado e Boquim, com exceção de *B. sericea* e *E. ovata* que apresentaram ampla distribuição para as áreas de nascentes dos três

municípios estudados. Esse grupo de espécies apresenta características resistentes às condições edáficas mais seletivas, com elevada acidez e fertilidade muito baixa, com potencial para utilização em projetos de recuperação de áreas degradadas (MARTINS et al., 2003). Assim, podem ser sugeridas para recuperação de áreas antropizadas, onde a recomposição da vegetação deve-se levar em consideração espécies com maior adaptação a áreas com condições de baixa fertilidade.

Na outra extremidade do gradiente, outro grupo de espécies mostrou-se correlacionado com o teor de MO (Figura 4 e 5), que apresentou médio e baixo teor para as áreas de nascentes dos três municípios. Nesse grupo, destacam-se *Casearia sylvestris*, *Inga laurina*, *Simarouba amara*, *Curatella americana*, *Tapirira guianensis* com uma maior densidade para as áreas de nascentes do município de Lagarto, o qual obteve o maior teor de MO. Esse grupo de espécies mostrou-se correlacionado com melhores condições de fertilidade. Portanto, essas espécies podem ser recomendadas para a restauração em áreas de matas ciliares.

*Tapirira guianensis*, também conhecida popularmente como Pau-pombo, é certamente a espécie nativa da família Anacardiaceae com registro em todas as formações florestais do Brasil (SOUZA; LORENZI, 2012). Reconhecida como de ocorrência comum em matas ciliares, resistente a solos alagados ou parcialmente alagados, podendo ser considerada como generalista por habitats (CAMARGOS et al., 2008). A espécie *Casearia sylvestris* é considerada generalista por hábitat (GONÇALVES et al., 2011), apresentando-se, neste estudo, como preferencial por solos com teor de MO médio.

As espécies *Aegiphila pernambucensis*, *Symphonia globulifera*, *Tabebuia stenocalyx*, *Pisonia sp.* e *Eriotheca macrophylla* apresentaram maior densidade para as áreas de nascentes do município de Boquim, com altas correlações negativas com as variáveis P, Mg e Ca+Mg, para a profundidade de 0-20cm (Figura 4). Já na profundidade de 20-40 cm, apresentaram altas correlações positivas com Na<sup>+</sup> e negativa com K e Mg (Figura 5). Porém, foi observado redução decrescente do teor de Na<sup>+</sup> de acordo com a profundidade, com 27,08 mg dm<sup>-3</sup> (0-20 cm) e 10,14 mg dm<sup>-3</sup> (20-40 cm). Esse fator pode ter influenciado na distribuição das espécies, uma vez que Na<sup>+</sup> não é considerado nutriente essencial para as espécies vegetais e causa problemas de dispersão da argila (VALLADARES, 2009).

A ordenação das espécies pela CCA indica que as espécies *Curatella americana*, *Casearia sylvestris* e *Mangifera indica* apresentaram maior densidade nas áreas de nascentes do município Lagarto, evidenciando altas correlações positivas com os fatores argila, Na<sup>+</sup>, Al<sup>+</sup> e V% para a profundidade de 0-20 cm (Figura 4). Foi observada diferença significativa para os teores de argila e Na<sup>+</sup> entre Lagarto e os demais municípios, podendo ser considerado um fator que influenciou a distribuição espacial dessas espécies. No entanto, ao analisar a

ordenação das espécies para a profundidade de 20-40 cm (Figura 5), observou-se que os fatores que determinaram a distribuição das espécies foram: argila, silte, V%, Al<sup>+</sup>, PST e MO. Foi observado diferença, apenas para os fatores argila, Al<sup>3+</sup> e PST.

As espécies *Campomanesia dichotoma*, *Xylopia frutescens*, *Himatanthus bracteatus* e *Bowdichia virgilioides* apresentaram maior densidade nas áreas das nascentes do município de Salgado, com altas correlações positivas com os fatores SB, Ca+Mg, P e Mg para as duas profundidades. Houve diferença significativa apenas para Ca+Mg na profundidade 0-20 cm. Estes fatores podem estar relacionados diretamente com a distribuição dessas espécies.

Gonçalves et al. (2011) relatam em seu trabalho realizado em mata ciliar no município de Mariana-MG, que a duração e a frequência da saturação hídrica do solo definem características abióticas particulares que afetam significativamente os processos bióticos como a taxa de decomposição, a germinação e o recrutamento, definindo a distribuição espacial das espécies ao longo de um gradiente perpendicular a um curso d'água, bem como a estrutura da vegetação.

No entanto, Braga et al. (2015) afirmam que as condições edáficas do ambiente podem determinar ou favorecer o aparecimento ou estabelecimento de determinadas espécies. Porém, é necessário cautela na interpretação da distribuição de espécies em consonância com as variáveis ambientais, pois as variáveis como: condição de luz, clima e outros fatores são fundamentais para dispersão das espécies. Apesar de não serem facilmente perceptíveis ou mensuráveis, algumas espécies são sensíveis a estas variáveis de uma forma interativa e não isoladamente (CAMARGOS et al., 2008).

Dentre os municípios da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga estudados, o município de Lagarto destaca-se por apresentar a menor média de precipitação anual. O fator precipitação é importante para a distribuição das espécies, uma vez que o efeito do clima através de variáveis como precipitação, temperatura e umidade, podem ser considerados o mais importante agente na manifestação das propriedades dos solos (PALMIERI; LARACH, 2003). Mudanças climáticas, fertilidade dos solos, erosão e salinização dos solos, além de outros aspectos, podem influenciar nas condições necessárias para que haja um bom desenvolvimento das plantas (VASCONCELOS, 2014).

Fatores como concentração de alumínio, soma de bases, saturação por bases, acidez, textura dos solos, distribuição de água e nutrientes são alguns dos fatores que determinam a distribuição e abundância de algumas espécies (COLMANETTI, 2013). Com isso, pode-se afirmar que o conjunto de resultados da análise de correspondência canônica mostrou que as variações na fertilidade do solo estão influenciando na distribuição das espécies ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga.

Tabela 3: Matriz de coeficiente de correlação linear simples (r) entre os atributos químicos e granulométricos do solo, nas profundidades de 0-20 cm, em áreas das nascentes dos municípios de Salgado, Boquim e Lagarto, SE.

Variável ambiental	Eixo 1	Eixo 2	pH	MO	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	SB	CTC	K	P	PST	V	Areia	Argila	Silte
pH	<b>-0,978</b>	0,210	-																
MO	0,703	-0,711	-0,837	-															
Ca+Mg	-0,070	<b>0,998</b>	0,278	-0,759	-														
Ca	-0,417	<b>0,909</b>	0,599	<b>-0,940</b>	<b>0,936</b>	-													
Mg	0,378	<b>0,926</b>	-0,174	-0,393	0,897	0,684	-												
Al	<b>0,934</b>	-0,357	<b>-0,988</b>	<b>0,911</b>	-0,422	-0,714	0,022	-											
H+Al	-0,550	0,835	0,713	<b>-0,981</b>	0,872	<b>0,988</b>	0,566	-0,812	-										
Na	<b>0,917</b>	-0,400	<b>-0,980</b>	<b>0,929</b>	-0,463	-0,746	-0,024	<b>0,999</b>	-0,838	-									
SB	-0,099	<b>0,995</b>	0,306	-0,777	<b>1,000</b>	<b>0,946</b>	0,884	-0,448	0,885	-0,488	-								
CTC	-0,385	<b>0,923</b>	0,571	<b>-0,927</b>	<b>0,948</b>	<b>0,999</b>	0,709	-0,689	<b>0,983</b>	-0,722	<b>0,956</b>	-							
K	-0,518	0,855	0,687	<b>-0,973</b>	0,889	<b>0,993</b>	0,596	-0,790	<b>0,999</b>	-0,817	<b>0,902</b>	<b>0,989</b>	-						
P	0,346	<b>0,938</b>	-0,141	-0,424	<b>0,912</b>	0,708	<b>0,999</b>	-0,011	0,593	-0,058	0,899	0,732	0,623	-					
PST	0,556	-0,831	-0,719	<b>0,982</b>	-0,868	<b>-0,987</b>	-0,559	0,816	<b>-1,000</b>	<b>0,842</b>	-0,882	<b>-0,981</b>	<b>-0,999</b>	-0,587	-				
V	<b>0,997</b>	0,079	<b>-0,958</b>	0,644	0,009	-0,344	0,450	<b>0,903</b>	-0,482	0,882	-0,020	-0,311	-0,449	0,420	0,489	-			
Areia	-0,818	0,575	<b>0,921</b>	<b>-0,984</b>	0,631	0,864	0,224	<b>-0,970</b>	<b>0,930</b>	<b>-0,980</b>	0,653	0,846	<b>0,916</b>	0,256	<b>-0,933</b>	-0,770	-		
Argila	0,864	-0,503	<b>-0,951</b>	<b>0,965</b>	-0,562	-0,818	-0,139	<b>0,987</b>	-0,895	<b>0,993</b>	-0,586	-0,797	-0,878	-0,172	0,899	0,822	<b>-0,996</b>	-	
Silte	0,445	-0,896	-0,623	<b>0,950</b>	<b>-0,925</b>	<b>-1,000</b>	-0,661	0,735	<b>-0,993</b>	0,766	<b>-0,935</b>	<b>-0,998</b>	<b>-0,997</b>	-0,686	<b>0,992</b>	0,373	-0,879	0,835	-

Correlações com valores absolutos superiores a 0,900 estão indicadas em negrito.

Tabela 4: Matriz de coeficiente de correlação linear simples (r) entre os atributos químicos e granulométricos do solo, nas profundidades de 20-40 cm em áreas das nascentes dos municípios de Salgado, Boquim e Lagarto, SE.

Variável ambiental	Eixo 1	Eixo 2	pH	MO	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	SB	CTC	K	P	PST	V	Areia	Argila	Silte
pH	0,751	-0,660	-																
MO	-0,541	0,841	<b>-0,962</b>	-															
Ca+Mg	0,104	<b>-0,995</b>	0,734	-0,893	-														
Ca	0,621	-0,784	<b>0,984</b>	<b>-0,995</b>	0,844	-													
Mg	-0,505	-0,863	0,190	-0,453	0,806	0,363	-												
Al	-0,822	0,569	<b>-0,993</b>	<b>0,924</b>	-0,651	<b>-0,957</b>	-0,076	-											
H+Al	0,379	<b>-0,925</b>	0,896	<b>-0,983</b>	<b>0,960</b>	<b>0,961</b>	0,607	-0,838	-										
Na	0,726	0,688	0,092	0,186	-0,609	-0,088	<b>-0,960</b>	-0,206	-0,361	-									
SB	0,074	<b>-0,997</b>	0,714	-0,879	<b>1,000</b>	0,828	0,823	-0,628	<b>0,951</b>	-0,632	-								
CTC	0,273	<b>-0,962</b>	0,840	<b>-0,957</b>	<b>0,985</b>	<b>0,923</b>	0,693	-0,772	<b>0,994</b>	-0,464	<b>0,980</b>	-							
K	-0,307	<b>-0,952</b>	0,397	-0,634	<b>0,915</b>	0,555	<b>0,976</b>	-0,289	0,764	-0,877	<b>0,927</b>	0,832	-						
P	0,371	<b>-0,929</b>	0,891	<b>-0,982</b>	<b>0,962</b>	<b>0,958</b>	0,614	-0,833	-	-0,370	<b>0,954</b>	<b>0,995</b>	<b>0,770</b>	-					
PST	-0,604	0,797	<b>-0,980</b>	<b>0,997</b>	-0,855	<b>-1,000</b>	-0,382	<b>0,950</b>	<b>-0,966</b>	0,109	-0,839	<b>-0,931</b>	-0,573	<b>-0,964</b>	-				
V	<b>-0,946</b>	0,325	<b>-0,925</b>	0,785	-0,421	-0,842	0,198	<b>0,963</b>	-0,659	-0,464	-0,394	-0,570	-0,019	-0,652	0,830	-			
Areia	0,777	-0,629	<b>0,999</b>	<b>-0,950</b>	0,707	<b>0,976</b>	0,151	<b>-0,997</b>	0,877	0,131	0,685	0,817	0,361	0,873	<b>-0,971</b>	<b>-0,939</b>	-		
Argila	-0,781	0,624	<b>-0,999</b>	<b>0,948</b>	-0,702	<b>-0,975</b>	-0,144	<b>0,998</b>	-0,874	-0,138	-0,680	-0,814	-0,355	-0,869	<b>0,970</b>	<b>0,942</b>	<b>-1,000</b>	-	
Silte	-0,728	0,685	<b>-0,999</b>	<b>0,970</b>	-0,757	<b>-0,989</b>	-0,224	<b>0,989</b>	<b>-0,910</b>	-0,057	-0,737	-0,858	-0,429	<b>-0,907</b>	<b>0,986</b>	<b>0,911</b>	<b>-0,997</b>	<b>0,997</b>	-

Correlações com valores absolutos superiores a 0,900 estão indicadas em negrito.

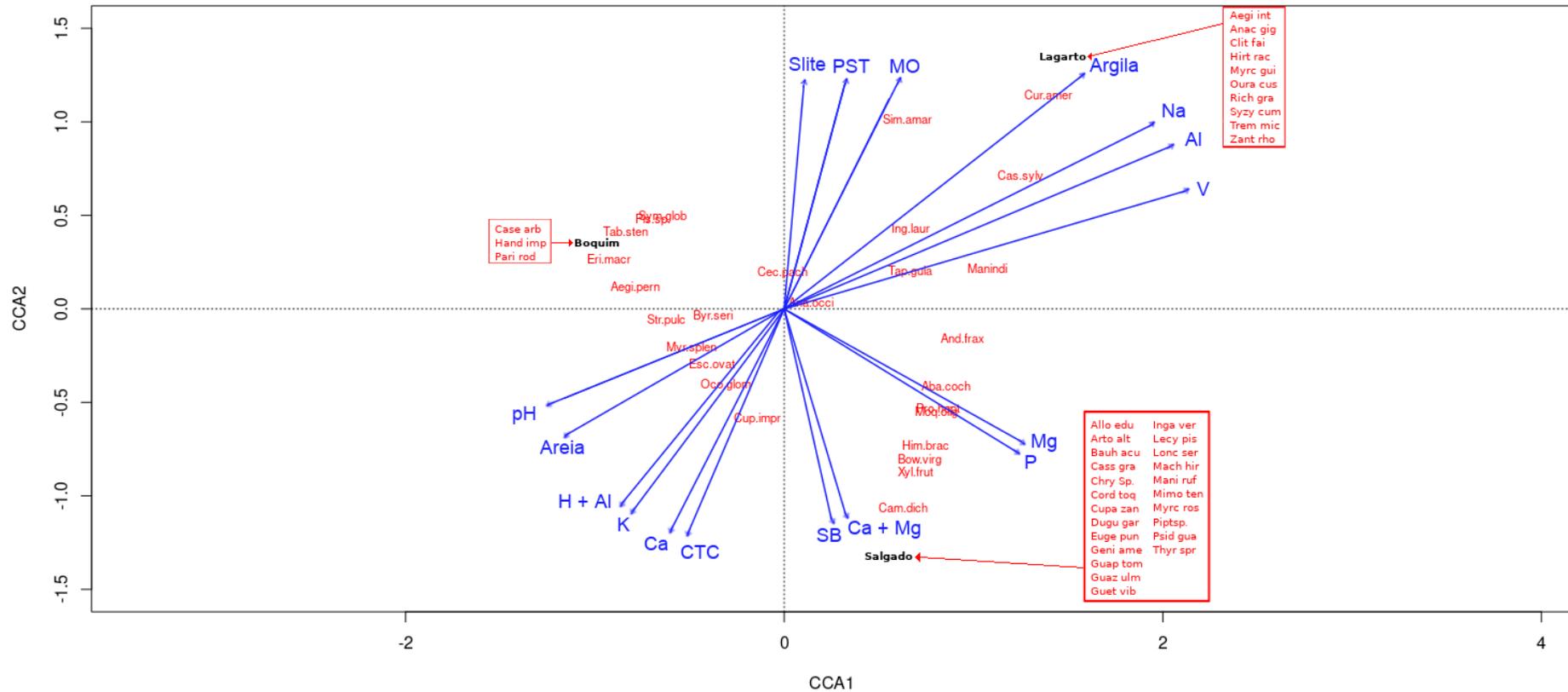


Figura 4: Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação das espécies baseada na distribuição da densidade nas áreas de nascentes dos municípios de Boquim, Salgado e Lagarto, SE, na profundidade de 0-20 cm. As variáveis ambientais estão representadas por vetores e as espécies, pelos nomes abreviados (\*). \*As 65 espécies arbustivo-arbóreas, com mais de cinco indivíduos e abreviações utilizadas na CCA: *Abarema cochliacarpos* (Campo) Barneby & J. W. grimes (Aba coch); *Aegiphila integrifolia* (Jacq.) Moldenke (Aeg inte); *Aegiphila pernambucensis* Moldenke (Aegi pern); *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. (Allo edul); *Anacardium giganteum* W.Hancock ex Engl. (Ana giga); *Anacardium occidentale* L. (Ana occi); *Andira fraxinifolia* Benth. (And frax); *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg (Art alti); *Bauhinia acuruana* Moric. (Bau acur); *Bowdichia virgilioides* Kunth (Bow virg); *Byrsonima sericea* DC. (Byr seri); *Campomanesia dichotoma* (O.Berg) Mattos (Cam dich); *Casearia arborea* (Rich.) Urb. (Cas arbo); *Casearia sylvestris* Sw. (Cas sylv); *Cassia grandis* L.f. (Cas gran); *Cecropia pachystachya* Trécul (Cec pach); *Chrysobalanaceae* Sp. (Chr Sp.); *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard (Cli fair); *Cordia toqueve* Aubl. (Cor toqu); *Cupania impressinervia* Acev.-Rodr. (Cup impr); *Cupania zanthoxyloides* Radlk. (Cup zant); *Curatella americana* L. (Cur amer); *Duguetia gardneriana* Mart. (Dug gard); *Eriotheca macrophylla* (K.Schum.) A.Robyns (Eri macr); *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers (Esc ovat); *Eugenia puniceifolia* (Kunth) DC. (Eug puni); *Genipa americana* L. (Geni ame); *Guapira tomentosa* (Casar.) Lundell (Gua tome); *Guazuma ulmifolia* Lam. (Gua ulmi); *Guettarda viburnoides* Cham. & Schltdl. (Gue vibu); *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Han impe); *Himatantus bracteatus* (A.DC.) Woodson (Him brac); *Hirtella racemosa* Lam. (Hir race); *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ing laur); *Inga vera* Willd. (Ing vera); *Lecythis cf. pisonis* Cambess. (Lec piso); *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC. (Lon seri); *Machaerium hirtum* (Vell.) Stellfeld (Mac hirt); *Mangifera indica* L. (Manindi); *Manilkara rufula* (Miq.) H.J.Lam (Man rufu); *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Mim tenu); *Moquiniastrium oligocephalum* (Gardner) G. Sanchora (Moq olig); *Myrcia guianensis* (Aubl.) DC. (Myr guia); *Myrcia rosangelae* NicLugh. (Myr rosa); *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (Myr splen); *Ocotea glomerata* (Nees) Mez (Oco glom); *Ouratea cuspidata* (A.St.-Hil.) Engl (Our cusp); *Ouratea fieldingiana* (Gardner) Engl. (Our fiel); *Parinari rodolphii* Huber (Par rodo); *Piptadenia* sp. (Pip sp.); *Pisonia* sp. (Pis sp.); *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (Pro hept); *Psidium guajava* L. (Psi guaj); *Richeria grandis* Vahl (Ric gran); *Simarouba amara* Aubl. (Sim amar); *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr. (Str pulc); *Symphonia globulifera* L.f. (Sym glob); *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Syz cumi); *Tabebuia stenocalyx* Sprague & Stapf (Tab sten); *Tapirira guianensis* Aublet (Tap guia); *Thyrsodium spruceanum* Benth. (Thy spru); *Trema micrantha* (L.) Blume (Ter micra); *Xylopia frutescens* Aublet (Xyl frut); *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Zan rhoi); *Ziziphus joazeiro* Mart (Ziz joaz).

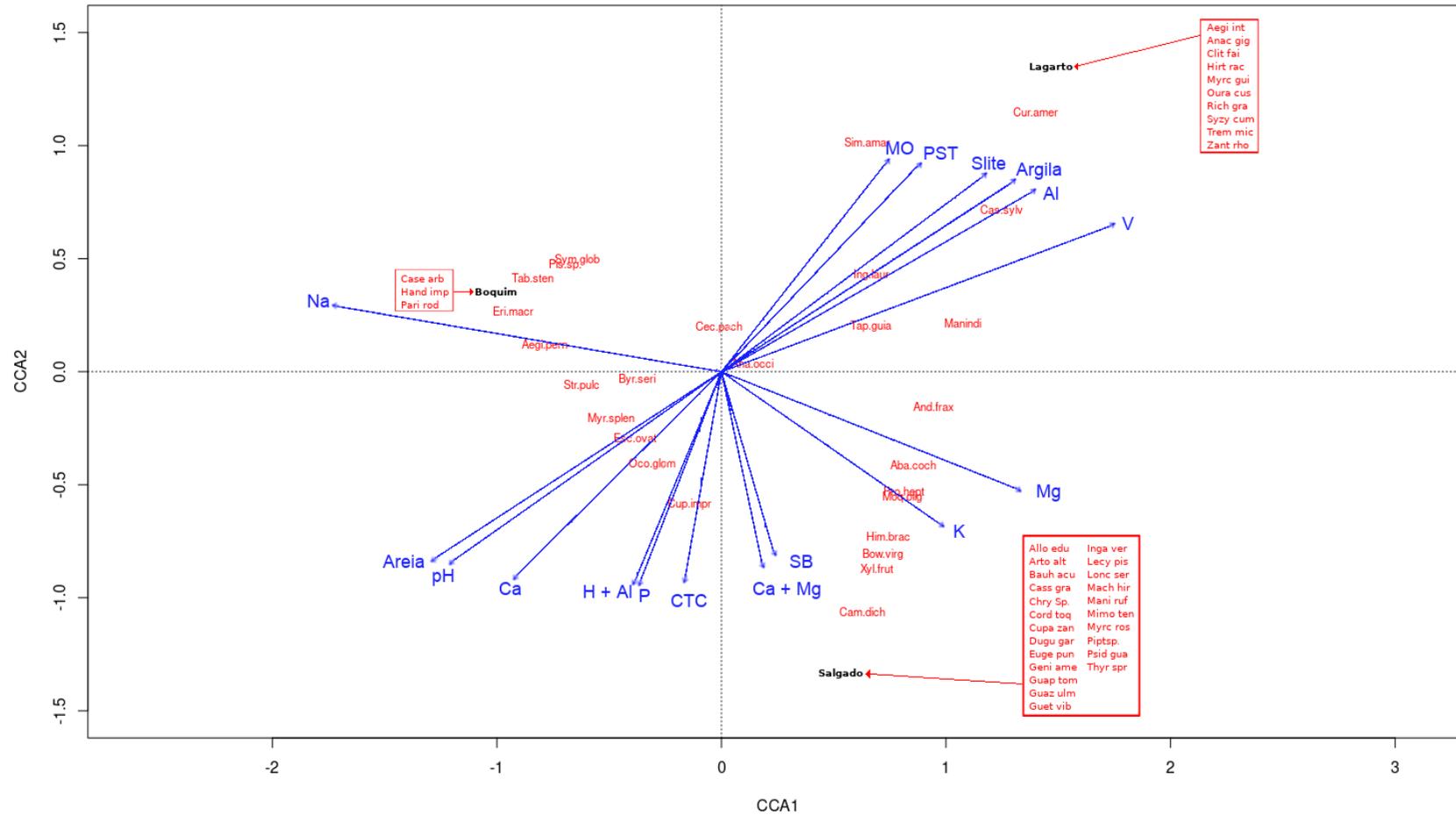


Figura 5: Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação das espécies baseada na distribuição da densidade nas áreas de nascentes dos municípios de Boquim, Salgado e Lagarto, SE, na profundidade de 20-40 cm. As variáveis ambientais estão representadas por vetores e as espécies, pelos nomes abreviados (\*). \*As 65 espécies arbustivo-arbóreas, com mais de cinco indivíduos, as abreviações utilizadas na CCA, se encontram na legenda da figura 4.

#### 5.4. Conclusões

Pela análise de agrupamento, houve a formação de seis e sete grupos para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente.

Os atributos químicos e granulométricos do solo indicaram solos ácidos, com valores baixos de pH. No entanto, de acordo com a análise de componente principal, destaca-se argila e  $Al^{3+}$  como componente principal primário positivo para as duas profundidades. Diante dos resultados obtidos, foi possível observar que as áreas de nascentes que apresentaram melhores condições de fertilidade do solo foram as áreas dos municípios de Salgado e Lagarto.

A análise de correspondência canônica evidenciou que variações nos atributos químicos e na granulometria do solo influenciam a distribuição espacial das espécies arbustivo-arbóreas.

As espécies *Aegiphila pernambucensis*, *Byrsonima sericea*, *Eschweilera ovata*, *Myrcia splendens*, *Ocotea glomerata*, *Cupania impressinervia*, *Stryphnodendron pulcherrimum* apresentaram maior distribuição em solos ácidos e com pH baixo, indicando maior densidade nas áreas de nascentes dos municípios Salgado e Boquim. Esse grupo de espécies é resistente às condições edáficas mais seletivas, com elevada acidez e fertilidade muito baixa. Assim, em virtude dessas características, elas apresentam potencial para utilização em projetos de recuperação de áreas degradadas, podendo ser sugeridas para recuperação de áreas antropizadas, onde a recomposição da vegetação necessita de espécies com maior adaptação a áreas de baixa fertilidade.

As espécies *Casearia sylvestris*, *Inga laurina*, *Simarouba amara*, *Curatella americana*, *Tapirira guianensis* apresentaram correlação com o teor de matéria orgânica. No entanto, apresentaram maior densidade para as áreas de nascentes do município de Lagarto, o qual obteve o maior teor de MO, podendo ser recomendadas para a restauração em áreas de mata ciliares.

## 5.5. Referências Bibliográficas

BRAGA, A.J.T.; BORGES, E. E.L.; MARTINS, S.V. Influência dos fatores edáficos na variação florística de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.4, p.623-633, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 2012.

BUDKE, J.C.; JARENKOW, J.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, p.187–200, 2007.

CALAZANS, C.C. **Composição de espécies vasculares em nascentes degradadas na sub – Bacia hidrográfica do Rio Piauitinga, município de Estância, Sergipe**. 2010. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2010.

CAMARGOS, V.L.; SILVA, A.F.; NETO, J.A.A.M.; MARTINS, S.V. Influência de fatores edáficos sobre variações florísticas na Floresta Estacional Semidecídua no entorno da Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, p.75-84, 2008.

CAMPOS, M.C.C.; RIBEIRO, M.R.; JUNIOR, V. S.S.; FILHO, M.R.R.; ALMEIDA, M.C. Toposequência de solos na transição Campos Naturais-Floresta na região de Humaitá, Amazonas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, p.387-398, 2012.

CARVALHO, A.P.V.; BRUMATTI, D.V.; DIAS, H. C. T. D. Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 148-156, 2012.

CAUSTON, D.R. **An introduction to vegetation analysis, principles, practice and interpretation**. London: Unwin Hyman, 1988. 342p.

COLMANETTI, M.A.A. **Estrutura da vegetação e características edáficas de um Reflorestamento com espécies nativas**. 2013. 165f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo-SP, 2013.

CORREIA, J.R.; HARIDASAN, M.; REATTO, A.; MARTINS, E.S.; WALTER, B.M.T. Influência de fatores edáficos na distribuição de espécies arbóreas em Matas de Galeria na região do Cerrado: uma revisão. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J.C. **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS, 2001. p. 51-71.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. p. 590.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa 2009. p. 627.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. p. 212.

FRIZANO, J.; VANN, D.R.; JOHNSON, A.H.; JOHNSON, C.M. Labile Phosphorus in Soils of Forest Fallows and Primary Forest in the Bragantina Region, Brazil. **Biotropica**, 35, p. 2-11, 2003.

GONÇALVES, I.S.; DIAS, H.C.T.; MARTINS, S.V.; SOUZA, A.L. Fatores edáficos e as variações florísticas de um trecho de mata ciliar do rio Gualaxo do Norte, Mariana, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.6, p.1235-1243, 2011.

JARDIM, D. G.; JARDIM, M.A.G.; QUARESMA, A.C.; NETO, S.V.C. Fatores edáficos e as variações florísticas da regeneração natural em duas formações florestais. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 66-72, 2016.

LAU, A.V.; JARDIM, M.A.G. Relação entre o banco de sementes e a composição química do solo em uma floresta de várzea. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 4, n. 2, p. 96-101, 2014.

LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. **Oecologia**, v. 129, p. 271–280, 2001.

MARTINS, S. V.; SILVA, N.R.S.; SOUZA, A.L.; NETO, J.A.A. Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.172-181, 2003.

MATOS, G.M.A. **Mata ciliar em processo de recuperação no Baixo Rio São Francisco: Florística e Fitossociologia**. 2016. 78f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2016.

MEDINA, E.; HUBER, O. The role of biodiversity in the functioning of savanna ecosystems. In: WALKER, B.H. (Ed.) **Determinants of tropical savannas**. Oxford: IRL Press, 1992, p.139-158.

MIGUEL, P.S.B.; GOMES, F.T.; ROCHA, W.S.D.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, C.A.; OLIVEIRA, A.V. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**, Juiz de Fora, v. 34, p. 12-30, 2010.

MOREIRA, F.D. **Geotecnologia aplicada à sub-bacia hidrográfica do Rio Piauitinga e suas relações ambientais**. 2008. 120f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2008.

NASCIMENTO, M. I. C. **Vegetação arbórea-arbustiva em áreas de nascentes localizadas na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Lagarto-SE**. 2011. 77f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2011.

OLIVEIRA, D.G.; FERREIRA, R.A.; MELLO, A.A.; OLIVEIRA, R.S.C.; OLIVEIRA, R.S.C.. Análise da vegetação em nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE. **Revista Árvore**, Viçosa, p.127-141, 2012.

OLIVEIRA, D.G. **Análise da vegetação no entorno de nascentes localizadas no município de Salgado-SE, pertencentes à Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga**. 2010. 85f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2010.

OLIVEIRA, J.T.; MOREAU, A.M.S.S.; PAIVA, A.Q.; MENEZES, A.A.; COSTA, O.V. Características físicas e carbono orgânico de solos sob diferentes tipos de uso da terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. Especial, p. 2821-2829, 2008.

PALMIERI, F.; LARACH, J. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A.; CUNHA, S. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 59-122.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R.M.; RAMOS, V.C.; PRATA, A.P.N.; LUCAS, A.A.T.; SANTOS, P.B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2006.

RODRIGUES, J.D.; RODRIGUES, S.D.; DELACHIAVE, M.E.A.; PEDRAS, J.F.; BOARO, C.S.F.; ONO, E.O. Influência de diferentes níveis de cálcio em plantas de Estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl) Sw. cv. Cook), avaliados através de alguns parâmetros fisiológicos. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v. 50 n. 1, p. 45-57, 1993.

SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 787-796, 2000.

SANTOS, W.A.; ALMEIDA, A.Q.; CRUZ, J.F.; MELLO, A.A.; SANTOS, R.B.; LOUREIRO, D.C. Conflito de uso da terra em áreas de preservação permanentes da bacia do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 60, n. 1, p. 19-24, 2017.

SANTOS, T.I.S. **Estado de conservação e aspectos da vegetação de nascentes do Riacho Grilo-SE**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2009.

SANTOS, F.C.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.; FOLONI, J.M.; FILHO, M.R.A.; KER, J.C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2015-2025, 2008.

SILVA, V.; MOTTA, A.C.V.; MELO, V.F.; LIMA, V.C. Variáveis de acidez em função da mineralogia da fração argila do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 551-559, 2008.

SILVA, R.C.; PEREIRA, J.M.; ARAÚJO, Q R.; PIRES, A.J.V.; DEL REI, A. J. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 101-107, 2007.

SOARES, L.R.; FERRER, R.S. Estrutura do componente arbóreo em uma área de floresta ribeirinha na bacia do rio Piratini, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, p.47-55, 2009.

SOBRAL, L.F.; VIEGAS, P.R.A.; SIQUEIRA, O.J.W.; ANJOS, J.L.; BARRETTO, M.C.V.; GOMES, J. B.V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. EMBRAPA, Aracaju, 2007, 251 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado no APG III. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012. p. 768.

TER BRAAK, C.J.F.; PRENTICE, I.C. A theory of gradient analysis. **Advances in Ecological Research**, v.18, n.1, p.271-317, 1988.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The Water Balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104 p.

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1997. p. 247.

VALLADARES, G.S. Caracterização química e granulométrica de solos do Golfão maranhense. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n.4, p. 923-934, 2009.

VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R. A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, p.55–64, 2010.

VASCONCELOS, M.C.C.A. Salinização do solo em áreas irrigadas: Aspectos físicos e químicos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 20-25, 2014.

VELLOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. p. 123.

WRIGHT, S.J.; YAVITTI, J.B.; WURZURGER, N.; TURNER, B.L; TANNER, V.J.; SAYER, E.J.; SANTIAGO, L.S.; KASPARI, M.; HEDIN, L.O.; HARMS, K.E.; GARCIA, M.N. Potassium, phosphorus, or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest. **Ecology**, v. 92, n. 8, p. 1616–1625, 2011.

## ANEXOS

Anexo I: Lista de coordenadas das áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga.

Coordenadas		UTM		SAD 69	
Município	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
Boquim	657869	8780394	37W 33' 16"	11S 01' 44"	
Boquim	657978	8780566	37W 33' 13"	11S 01' 38"	
Boquim	658530	8780476	37W 32' 55"	11S 01' 41"	
Boquim	658384	8780084	37W 32' 59"	11S 01' 54"	
Boquim	658707	8780384	37W 32' 49"	11S 01' 44"	
Boquim	658737	8780842	37W 32' 48"	11S 01' 29"	
Boquim	658690	8781222	37W 32' 50"	11S 01' 17"	
Boquim	659340	8781446	37W 32' 28"	11S 01' 10"	
Boquim	658593	8780012	37W 32' 53"	11S 01' 56"	
Boquim	658732	8780134	37W 32' 48"	11S 01' 52"	
Boquim	658963	8780032	37W 32' 40"	11S 01' 56"	
Boquim	659562	8779518	37W 32' 21"	11S 02' 12"	
Boquim	659283	8779274	37W 32' 30"	11S 02' 20"	
Boquim	659859	8778978	37W 32' 11"	11S 02' 30"	
Boquim	660232	8778754	37W 31' 58"	11S 02' 37"	
Boquim	659737	8778764	37W 32' 15"	11S 02' 37"	
Boquim	658938	8778078	37W 32' 15"	11S 02' 37"	
Boquim	659078	8778254	37W 32' 36"	11S 02' 54"	
Boquim	659837	8779716	37W 32' 12"	11S 02' 06"	
Boquim	660316	8779726	37W 31' 56"	11S 02' 05"	
Boquim	660596	8779780	37W 31' 47"	11S 02' 04"	
Boquim	661078	8779692	37W 31' 47"	11S 02' 04"	
Boquim	659272	8778762	37W 32' 30"	11S 02' 37"	
Boquim	659273	8778014	37W 32' 30"	11S 03' 01"	
Boquim	659525	8778058	37W 32' 22"	11S 02' 59"	
Boquim	663218	8780302	37W 30' 20"	11S 01' 46"	
Boquim	659682	8782148	37W 32' 17"	11S 00' 47"	
Boquim	660968	8777778	37W 31' 34"	11S 03' 09"	
Boquim	660602	8778096	37W 31' 46"	11S 02' 58"	
Boquim	663129	8779216	37W 30' 23"	11S 02' 22"	
Boquim	659176	8778242	37W 32' 33"	11S 02' 54"	
Boquim	659127	8779312	37W 32' 35"	11S 02' 19"	
Boquim	659068	8779416	37W 32' 37"	11S 02' 16"	
Boquim	658893	8779526	37W 32' 43"	11S 02' 12"	
Boquim	658829	8779948	37W 32' 45"	11S 01' 58"	
Boquim	659437	8778668	37W 32' 25"	11S 02' 40"	
Boquim	659483	8778423	37W 32' 23"	11S 02' 48"	
Boquim	659783	8778158	37W 32' 13"	11S 02' 57"	
Boquim	660611	8780620	37W 31' 46"	11S 01' 36"	
Salgado	660582	8778680	37W 31' 47"	11S 02' 39"	
Salgado	660989	8779190	37W 31' 34"	11S 02' 23"	
Salgado	661912	8779524	37W 31' 03"	11S 02' 12"	

Salgado	661885	8780408	37W 31' 04"	11S 01' 43"
Salgado	663707	8780764	37W 30' 04"	11S 01' 31"
Salgado	663795	8780810	37W 30' 01"	11S 01' 30"
Salgado	664056	8780578	37W 29' 53"	11S 01' 37"
Salgado	663859	8779800	37W 29' 59"	11S 02' 02"
Salgado	662664	8779404	37W 30' 38"	11S 02' 16"
Salgado	662758	8778320	37W 30' 35"	11S 02' 51"
Salgado	663437	8778886	37W 30' 13"	11S 02' 32"
Salgado	663543	8778942	37W 30' 09"	11S 02' 30"
Salgado	661945	8777250	37W 31' 02"	11S 03' 26"
Salgado	661942	8777158	37W 31' 02"	11S 03' 29"
Salgado	662472	8776522	37W 30' 44"	11S 03' 49"
Salgado	662420	8776712	37W 30' 46"	11S 03' 43"
Salgado	663446	8776704	37W 30' 12"	11S 03' 43"
Salgado	663360	8776564	37W 30' 15"	11S 03' 48"
Salgado	662983	8776784	37W 30' 27"	11S 03' 41"
Salgado	664244	8774596	37W 29' 46"	11S 04' 52"
Salgado	663602	8774572	37W 30' 07"	11S 04' 53"
Salgado	660092	8783264	37W 32' 04"	11S 00' 10"
Salgado	660263	8782934	37W 31' 58"	11S 00' 21"
Salgado	660694	8783414	37W 31' 44"	11S 00' 05"
Salgado	660396	8783612	37W 31' 54"	10S 59' 58"
Salgado	661574	8780688	37W 31' 14"	11S 01' 34"
Lagarto	656471	8792662	37W 34' 04"	10S 55' 05"
Lagarto	656491	8792657	37W 34' 04"	10S 55' 05"
Lagarto	657457	8792942	37W 33' 32"	10S 54' 56"
Lagarto	657781	8792952	37W 33' 21"	10S 54' 55"
Lagarto	658084	8790842	37W 33' 11"	10S 56' 04"
Lagarto	658020	8790945	37W 33' 13"	10S 56' 01"
Lagarto	659525	8791221	37W 32' 24"	10S 55' 51"
Lagarto	659571	8791205	37W 32' 22"	10S 55' 52"
Lagarto	659648	8791120	37W 32' 20"	10S 55' 55"
Lagarto	659835	8791095	37W 32' 13"	10S 55' 55"
Lagarto	658980	8792465	37W 32' 42"	10S 55' 11"
Lagarto	659263	8792385	37W 32' 32"	10S 55' 14"
Lagarto	657346	8792770	37W 33' 36"	10S 55' 01"
Lagarto	657096	8792856	37W 33' 44"	10S 54' 58"
Lagarto	657023	8792878	37W 33' 46"	10S 54' 58"
Lagarto	657319	8792967	37W 33' 37"	10S 54' 55"
Lagarto	657270	8792928	37W 33' 38"	10S 54' 56"
Lagarto	657620	8793264	37W 33' 27"	10S 54' 45"
Lagarto	657629	8793235	37W 33' 26"	10S 54' 46"
Lagarto	657675	8793251	37W 33' 25"	10S 54' 46"
Lagarto	659797	8793317	37W 32' 15"	10S 54' 43"
Lagarto	659083	8793709	37W 32' 39"	10S 54' 31"
Lagarto	659656	8792858	37W 32' 20"	10S 54' 58"
Lagarto	658830	8792252	37W 32' 47"	10S 55' 18"
Lagarto	659657	8788083	37W 32' 19"	10S 57' 34"

---

<b>Lagarto</b>	658360	8788038	37W 33' 02"	10S 57' 35"
<b>Estância</b>	665390	8764750	37W 29' 06"	11S 10' 12"
<b>Estância</b>	665562	8764673	37W 29' 00"	11S 10' 15"
<b>Estância</b>	665906	8764619	37W 28' 49"	11S 10' 16"
<b>Estância</b>	665216	8765062	37W 29' 12"	11S 10' 02"
<b>Estância</b>	665731	8765262	37W 28' 55"	11S 09' 55"
<b>Estância</b>	665519	8765872	37W 29' 02"	11S 09' 35"
<b>Estância</b>	669224	8768034	37W 27' 00"	11S 08' 25"
<b>Estância</b>	668935	8767912	37W 27' 10"	11S 08' 29"
<b>Estância</b>	668440	8766892	37W 27' 26"	11S 09' 02"

---

Anexo II: Formação de grupos, a partir da similaridade dos atributos químicos e granulométricos do solo de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga na profundidade de 0-20 cm.

Grupos	Nascentes	pH	MO	Ca Mg	Ca	Mg	Al	Hal	Na	K	P	SB	CTC	PST	V	Areia	Argila	Silte
Grupo 1	N1SA	5,50	11,30	2,86	1,22	1,64	0,19	2,23	11,30	74,70	6,30	3,10	5,33	0,92	58,20	70,14	4,21	25,65
	N7SA	5,27	14,20	2,46	1,06	1,40	0,46	2,44	12,10	80,00	5,20	2,72	5,16	1,03	52,70	78,14	8,12	13,74
	N3SA	5,30	16,60	2,96	1,33	1,63	0,48	4,48	10,30	44,40	5,20	3,12	7,60	0,59	41,00	66,31	7,79	25,90
	N6ES	4,96	16,00	2,55	1,12	1,43	0,47	3,08	11,10	39,30	4,30	2,70	5,78	0,83	46,70	70,06	13,63	16,31
	N8ES	5,08	18,10	2,64	1,33	1,34	0,34	3,31	14,00	72,10	3,20	2,91	6,22	0,98	46,80	60,74	11,03	28,23
	N8BO	5,18	13,30	1,55	0,87	0,68	0,41	3,08	28,70	104,00	4,80	1,95	5,03	2,49	38,80	72,74	5,20	22,06
	<b>Média-G 1</b>	<b>5,22</b>	<b>14,92</b>	<b>2,50</b>	<b>1,16</b>	<b>1,35</b>	<b>0,39</b>	<b>3,10</b>	<b>14,58</b>	<b>69,08</b>	<b>4,83</b>	<b>2,75</b>	<b>5,85</b>	<b>1,14</b>	<b>47,37</b>	<b>69,69</b>	<b>8,33</b>	<b>21,98</b>
Grupo 2	N9SA	4,73	22,00	2,55	1,32	1,23	1,26	5,49	148,00	45,80	4,40	3,31	8,80	7,31	37,60	72,06	14,12	13,82
	N6LA	5,19	22,70	3,92	1,10	2,82	4,30	1,24	53,50	47,20	0,00	4,27	5,51	4,23	77,50	23,44	54,23	22,33
	<b>Média G-2</b>	<b>4,96</b>	<b>22,35</b>	<b>3,24</b>	<b>1,21</b>	<b>2,03</b>	<b>2,78</b>	<b>3,37</b>	<b>100,75</b>	<b>46,50</b>	<b>2,20</b>	<b>3,79</b>	<b>7,16</b>	<b>5,77</b>	<b>57,55</b>	<b>47,75</b>	<b>34,18</b>	<b>18,08</b>
Grupo 3	N7LA	4,92	38,00	1,81	0,68	1,13	1,12	1,24	40,30	57,80	3,90	2,14	3,38	5,18	63,30	42,87	22,39	34,74
	N8LA	5,05	32,40	2,10	0,66	1,44	1,76	1,43	23,60	48,70	2,00	2,32	3,75	2,75	61,90	48,78	24,72	26,50
	N17LA	5,11	28,60	2,17	0,85	1,32	1,20	3,08	39,40	32,60	0,00	2,42	5,50	3,11	44,00	29,27	35,05	35,67
	N10LA	5,46	20,30	1,44	0,78	0,66	0,23	2,03	31,50	28,90	2,90	1,65	3,68	3,72	44,80	40,53	11,06	48,41
	N11LA	4,54	13,20	1,09	0,35	0,74	3,56	2,44	25,10	16,30	2,00	1,24	3,68	2,96	33,70	18,62	48,97	32,41
	<b>Média G-3</b>	<b>5,02</b>	<b>26,50</b>	<b>1,72</b>	<b>0,66</b>	<b>1,06</b>	<b>1,57</b>	<b>2,04</b>	<b>31,98</b>	<b>36,86</b>	<b>2,16</b>	<b>1,95</b>	<b>4,00</b>	<b>3,54</b>	<b>49,54</b>	<b>36,01</b>	<b>28,44</b>	<b>35,55</b>
Grupo 4	N2SA	5,25	9,80	1,70	0,57	0,50	0,40	1,82	28,40	14,40	4,60	1,23	3,05	4,03	40,30	84,31	1,88	13,81
	N7BO	5,18	9,23	1,40	0,72	0,68	0,24	1,62	31,50	24,80	3,80	1,60	3,22	4,25	49,70	78,47	4,45	17,08
	N11ES	5,33	8,66	1,28	0,59	0,69	0,19	3,08	15,70	26,20	3,10	1,42	4,50	1,51	31,60	82,83	5,11	12,06
	N4BO	5,11	10,50	1,40	0,76	0,64	0,63	2,23	18,80	17,90	5,80	1,53	3,76	2,18	40,70	72,23	8,45	19,32
	N6BO	5,23	13,10	1,43	0,60	0,83	0,43	2,44	27,30	29,50	4,30	1,63	4,07	2,92	40,00	72,66	7,94	19,40
	N5BO	4,90	7,28	1,02	0,57	0,45	0,71	2,03	15,10	27,00	5,00	1,16	3,19	2,07	36,40	74,31	6,45	19,24
	N1BO	5,14	15,90	1,51	0,72	0,79	0,35	2,87	48,40	29,40	3,50	1,80	4,67	4,50	38,50	73,32	7,28	19,40
	N3BO	5,11	12,80	1,05	0,51	0,54	0,69	2,87	36,40	18,10	2,10	1,26	4,13	3,83	30,50	68,74	9,94	21,32
	N16LA	5,45	16,70	0,86	0,38	0,48	0,34	2,23	15,30	50,00	0,00	1,06	3,29	2,04	32,20	71,11	9,14	19,75
	N4SA	4,85	13,50	1,51	0,87	0,64	0,91	3,53	12,40	32,30	5,90	1,64	5,17	1,04	31,70	66,14	10,21	23,65
	N10BO	4,86	14,20	1,42	0,69	0,73	0,64	3,31	26,20	24,90	1,50	1,59	4,90	2,33	32,40	67,32	9,28	23,40

N5ES	4,98	12,60	1,51	0,85	0,66	0,56	2,87	11,50	24,00	2,20	1,62	4,49	1,11	36,10	69,73	12,04	18,23	
N4ES	4,90	17,80	1,20	0,50	0,70	0,94	3,08	11,70	46,70	4,40	1,37	4,45	1,15	30,80	65,73	12,21	22,06	
N1ES	4,98	15,80	1,77	0,76	1,01	1,26	3,08	11,60	41,80	4,60	1,93	5,01	1,00	38,50	51,73	20,29	27,98	
N9BO	5,01	10,40	1,70	0,66	1,04	0,81	3,31	11,60	38,00	3,20	1,85	5,16	0,97	35,80	64,66	11,94	23,40	
N5SA	5,34	15,00	1,99	1,13	0,86	0,63	3,08	8,90	42,20	4,40	2,14	5,22	0,75	41,00	68,06	8,04	23,90	
N3ES	5,17	16,40	1,87	0,98	0,89	0,41	3,08	12,70	39,80	7,80	2,03	5,11	1,08	39,70	69,73	8,29	21,98	
N2ES	5,18	12,80	1,96	0,92	1,04	0,49	2,87	13,10	34,10	13,70	2,11	4,98	1,14	42,40	73,48	10,94	15,58	
N10ES	5,27	11,90	2,11	0,94	1,17	0,21	2,44	8,80	41,40	23,80	2,26	4,70	0,81	48,10	68,91	7,03	24,06	
N8SA	4,92	7,74	1,64	0,78	0,86	0,43	2,44	10,20	12,00	12,10	1,71	4,15	1,06	41,20	86,14	2,12	11,74	
N9ES	5,02	13,00	2,01	1,17	0,84	0,23	2,65	15,70	24,10	5,20	2,14	4,79	1,42	44,70	80,06	7,80	12,14	
N9LA	5,02	23,20	1,68	0,97	0,71	0,24	2,23	20,80	17,10	2,20	1,81	4,04	2,23	44,80	78,70	6,97	14,33	
<b>Média G-4</b>	<b>5,10</b>	<b>13,11</b>	<b>1,55</b>	<b>0,76</b>	<b>0,76</b>	<b>0,53</b>	<b>2,69</b>	<b>18,73</b>	<b>29,80</b>	<b>5,60</b>	<b>1,68</b>	<b>4,37</b>	<b>1,97</b>	<b>38,50</b>	<b>72,20</b>	<b>8,54</b>	<b>19,27</b>	
Grupo 5	N6SA	4,43	10,60	0,63	0,00	0,63	0,93	3,31	26,20	16,90	6,00	0,78	4,09	2,79	19,10	76,74	7,11	16,15
	N15LA	4,92	28,80	0,49	0,00	0,49	1,04	3,53	20,60	17,80	0,70	0,63	4,16	2,16	15,10	75,03	9,30	15,67
	N7ES	4,68	12,80	0,85	0,00	0,85	1,06	3,31	16,80	20,50	2,10	0,97	4,28	1,71	22,70	56,06	11,80	32,14
	N12LA	4,94	13,50	0,95	0,39	0,56	0,66	2,65	15,30	22,60	0,00	1,08	3,73	1,80	29,00	50,70	30,97	18,33
	N13LA	4,54	19,70	0,88	0,00	0,88	1,18	3,08	10,90	23,50	0,00	0,99	4,07	1,15	24,30	60,70	26,97	12,33
	N15LA	4,65	16,30	0,91	0,00	0,91	0,82	2,87	21,10	30,90	0,00	1,08	3,95	2,33	27,30	60,70	21,05	18,25
<b>Média G-5</b>	<b>4,69</b>	<b>16,95</b>	<b>0,79</b>	<b>0,07</b>	<b>0,72</b>	<b>0,95</b>	<b>3,13</b>	<b>18,48</b>	<b>22,03</b>	<b>1,47</b>	<b>0,92</b>	<b>4,05</b>	<b>1,99</b>	<b>22,92</b>	<b>63,32</b>	<b>17,87</b>	<b>18,81</b>	
Grupo 6	N2BO	4,94	56,00	0,95	0,41	0,54	0,48	2,44	26,80	18,80	1,00	1,12	3,56	3,29	31,50	76,74	3,86	19,40
	N2LA	4,71	4,98	0,51	0,00	0,51	0,82	1,24	20,10	15,70	1,40	0,64	1,88	4,63	34,00	83,28	16,15	0,57
	N5LA	4,80	22,40	0,60	0,00	0,60	0,70	1,24	19,50	14,90	2,80	0,73	1,97	4,31	37,10	78,95	10,39	10,66
	N3LA	4,55	31,50	0,43	0,00	0,43	0,87	0,67	27,90	22,00	0,00	0,61	1,28	9,45	47,70	67,28	16,23	16,49
	N1LA	4,60	18,30	0,93	0,61	0,32	0,70	1,24	11,00	42,80	23,50	1,09	2,33	2,06	46,80	63,28	20,06	16,66
	N18LA	4,73	20,00	1,53	1,20	0,33	0,16	1,62	32,70	24,60	37,40	1,73	3,35	4,24	51,60	78,95	9,22	11,84
<b>Média G-6</b>	<b>4,72</b>	<b>25,53</b>	<b>0,83</b>	<b>0,37</b>	<b>0,46</b>	<b>0,62</b>	<b>1,41</b>	<b>23,00</b>	<b>23,13</b>	<b>11,02</b>	<b>0,99</b>	<b>2,40</b>	<b>4,66</b>	<b>41,45</b>	<b>74,75</b>	<b>12,65</b>	<b>12,60</b>	

Anexo II: Formação de grupos, a partir da similaridade dos Atributos químicos e granulométricos do solo de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga na profundidade de 20-40 cm.

<b>Grupos</b>	<b>Nascentes</b>	<b>pH</b>	<b>MO</b>	<b>Ca Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Hal</b>	<b>Na</b>	<b>K</b>	<b>P</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>PST</b>	<b>V</b>	<b>Areia</b>	<b>Argila</b>	<b>Silte</b>
<b>Grupo 1</b>	N1SA	5,03	9,92	2,20	0,79	1,41	0,60	2,65	11,50	43,70	5,50	2,36	5,01	1,00	47,10	72,14	8,04	19,82
	N3SA	5,30	13,10	2,65	1,22	1,43	0,69	3,08	11,90	42,20	5,20	2,81	5,89	0,88	47,70	62,06	14,04	23,90
	N7SA	5,22	9,46	1,34	0,48	0,86	0,77	3,08	8,00	47,20	4,30	1,50	4,58	0,76	32,80	72,66	17,94	9,40
	N6ES	5,15	15,70	1,78	1,14	0,64	0,67	3,31	9,30	31,00	2,60	1,90	5,21	0,77	36,50	64,91	19,03	16,06
	N18LA	5,27	11,80	1,65	1,10	0,55	0,17	1,43	6,60	7,60	20,20	1,70	3,13	0,93	54,30	80,86	7,22	11,92
<b>Média G-1</b>	<b>5,19</b>	<b>12,00</b>	<b>1,92</b>	<b>0,95</b>	<b>0,98</b>	<b>0,58</b>	<b>2,71</b>	<b>9,46</b>	<b>34,34</b>	<b>7,56</b>	<b>2,05</b>	<b>4,76</b>	<b>0,87</b>	<b>43,68</b>	<b>70,53</b>	<b>13,25</b>	<b>16,22</b>	
<b>Grupo 2</b>	N4SA	4,65	9,57	0,92	0,00	0,92	1,34	3,31	17,80	19,80	1,90	1,05	4,36	1,77	24,10	62,91	15,11	21,98
	N7ES	4,89	10,80	1,01	0,00	1,01	1,49	3,08	16,80	12,10	3,00	1,11	4,19	1,74	26,50	53,98	12,04	33,98
	N10SA	5,21	7,51	1,46	0,46	1,00	0,89	2,87	10,90	13,60	2,50	1,54	4,41	1,07	34,90	74,31	9,79	15,90
	N3ES	4,98	8,54	1,32	0,50	0,82	1,13	2,87	9,00	19,80	4,10	1,41	4,28	0,91	32,90	63,48	17,11	19,41
	N10BO	5,00	9,92	1,33	0,55	0,78	1,06	3,31	17,40	13,40	4,00	1,44	4,75	1,60	30,30	62,66	15,94	21,40
	N5ES	4,85	9,92	1,58	0,54	1,04	1,10	2,65	9,50	14,60	3,20	1,66	4,31	0,95	38,50	57,40	17,20	25,40
	N9BO	4,83	12,10	1,46	0,36	1,10	1,24	3,31	10,10	19,50	1,50	1,55	4,86	0,91	31,90	59,32	15,28	25,40
	N1ES	4,86	10,60	1,49	0,50	0,99	2,42	3,53	9,30	23,50	3,90	1,59	5,12	0,78	31,00	49,32	25,28	25,40
	N8ES	4,82	10,50	1,53	0,58	0,95	1,22	3,53	11,50	34,90	3,50	1,67	5,20	0,96	32,10	50,06	23,63	26,31
	N2ES	4,93	8,31	1,79	0,87	0,92	1,24	3,31	10,00	20,20	7,40	1,88	5,19	0,83	36,20	55,40	21,20	23,40
	N10ES	4,73	8,54	1,43	0,44	0,99	0,96	2,87	7,70	25,50	8,50	1,53	4,40	0,75	34,80	66,91	11,03	22,06
<b>Média G-2</b>	<b>4,89</b>	<b>9,66</b>	<b>1,39</b>	<b>0,44</b>	<b>0,96</b>	<b>1,28</b>	<b>3,15</b>	<b>11,82</b>	<b>19,72</b>	<b>3,95</b>	<b>1,49</b>	<b>4,64</b>	<b>1,12</b>	<b>32,11</b>	<b>59,61</b>	<b>16,69</b>	<b>23,69</b>	
<b>Grupo 3</b>	N2SA	5,13	9,34	1,18	0,60	0,58	0,60	4,00	24,90	13,40	4,80	1,32	5,32	2,03	24,80	76,47	9,71	13,82
	N1BO	5,37	8,43	1,28	0,42	0,86	0,41	3,08	30,30	18,70	3,00	1,46	4,54	2,91	32,20	72,66	5,20	22,14
	N3BO	5,39	14,70	0,73	0,00	0,73	1,18	2,87	34,20	18,10	1,80	0,93	3,80	3,92	24,50	62,74	19,86	17,40
	N10LA	5,56	15,00	1,57	0,44	1,13	0,36	2,23	33,00	9,80	2,80	1,74	3,97	3,60	43,80	48,45	13,05	38,50
	N6SA	5,30	6,59	1,12	0,66	0,46	0,41	1,82	10,50	8,90	7,80	1,19	3,01	1,53	39,50	84,14	4,21	11,65
	N4BO	5,32	8,88	0,90	0,49	0,41	0,94	2,03	21,20	13,70	4,30	1,03	3,06	3,01	33,70	66,39	18,21	15,40
	N7BO	5,27	6,24	1,23	0,84	0,39	0,62	1,62	20,00	12,70	3,70	1,35	2,97	2,93	45,40	68,14	14,29	17,57
	N9LA	4,94	21,50	1,43	0,94	0,49	0,31	1,82	22,30	16,30	0,00	1,57	3,39	2,86	46,30	76,54	12,97	10,49
	N9SA	4,65	14,90	0,97	0,00	0,97	0,82	3,53	69,80	31,60	4,50	1,35	4,88	6,21	27,70	64,74	11,11	24,15
<b>Média G-3</b>	<b>5,21</b>	<b>11,73</b>	<b>1,16</b>	<b>0,49</b>	<b>0,67</b>	<b>0,63</b>	<b>2,56</b>	<b>29,58</b>	<b>15,91</b>	<b>3,63</b>	<b>1,33</b>	<b>3,88</b>	<b>3,22</b>	<b>35,32</b>	<b>68,92</b>	<b>12,07</b>	<b>19,01</b>	

<b>Grupo 4</b>	N5SA	5,04	10,10	0,89	0,40	0,49	1,18	3,76	8,80	26,00	4,30	1,00	4,76	0,80	21,00	68,41	12,35	19,24
	N8BO	5,11	8,88	1,02	0,57	0,45	1,34	3,53	15,50	14,40	5,40	1,13	4,66	1,44	24,20	68,66	13,94	17,40
	N4ES	4,83	9,92	0,71	0,31	0,40	1,83	3,53	8,50	18,20	3,10	0,80	4,33	0,85	18,50	59,90	22,04	18,06
	N16LA	5,18	14,80	0,71	0,32	0,39	0,77	2,44	12,10	25,30	0,90	0,82	3,26	1,63	25,20	67,19	15,14	17,67
	N8SA	4,80	11,50	1,11	0,62	0,49	1,10	2,87	15,20	12,10	5,40	1,21	4,08	1,62	29,70	70,14	14,21	15,65
	N6BO	4,85	10,60	0,94	0,44	0,50	0,75	2,65	13,60	14,80	4,30	1,04	3,69	1,60	28,20	72,74	13,86	13,40
	N5BO	4,95	6,01	1,07	0,59	0,48	0,78	2,44	14,20	20,10	4,30	1,18	3,62	1,71	32,60	76,23	12,45	11,32
	N9ES	4,79	17,70	1,11	0,46	0,65	0,94	3,08	9,80	18,40	4,30	1,20	4,28	1,00	28,00	69,48	17,11	13,41
	N12LA	4,76	8,47	0,84	0,00	0,84	1,98	3,31	12,30	6,50	1,00	0,91	4,22	1,26	21,60	36,70	44,89	18,41
	N13LA	4,75	16,00	0,64	0,00	0,64	1,21	3,08	8,60	6,20	2,50	0,70	3,78	0,98	18,50	56,70	35,05	8,25
	N14LA	4,54	9,53	0,46	0,00	0,46	1,48	3,08	31,00	9,00	2,30	0,62	3,70	3,65	16,80	57,70	28,97	13,33
N15LA	4,85	20,90	0,41	0,00	0,41	1,58	4,23	20,90	7,20	0,00	0,52	4,75	1,92	11,00	73,03	13,22	13,75	
<b>Média 4</b>	<b>4,87</b>	<b>12,03</b>	<b>0,83</b>	<b>0,31</b>	<b>0,52</b>	<b>1,25</b>	<b>3,17</b>	<b>14,21</b>	<b>14,85</b>	<b>3,15</b>	<b>0,93</b>	<b>4,09</b>	<b>1,54</b>	<b>22,94</b>	<b>64,74</b>	<b>20,27</b>	<b>14,99</b>	
<b>Grupo 5</b>	N2BO	4,72	54,50	0,83	0,00	0,83	0,75	1,24	17,90	11,10	3,20	0,94	2,18	3,58	43,10	69,24	13,36	17,40
	N4LA	4,87	39,70	0,55	0,00	0,55	1,44	1,43	32,10	16,60	3,20	0,73	2,16	6,48	33,80	53,03	24,31	22,66
	N7LA	4,77	22,40	0,68	0,00	0,68	2,03	1,43	19,80	13,20	1,50	0,80	2,23	3,86	35,90	42,95	30,39	26,66
	N1LA	4,45	15,10	0,00	0,00	0,00	1,68	0,67	11,50	21,40	8,40	0,10	0,77	6,49	13,00	53,36	34,06	12,58
	N2LA	4,82	5,59	0,47	0,00	0,47	1,62	0,86	11,00	7,20	1,60	0,54	1,40	3,43	38,60	81,36	18,06	0,58
	N3LA	4,85	17,30	0,79	0,00	0,79	0,75	1,04	23,80	9,70	2,20	0,91	1,95	5,28	46,70	69,36	18,15	12,49
	N5LA	4,83	18,00	0,47	0,00	0,47	1,19	1,62	22,80	6,30	1,90	0,59	2,21	4,48	26,70	75,52	12,40	12,08
<b>Média G-5</b>	<b>4,76</b>	<b>24,66</b>	<b>0,54</b>	<b>0,00</b>	<b>0,54</b>	<b>1,35</b>	<b>1,18</b>	<b>19,84</b>	<b>12,21</b>	<b>3,14</b>	<b>0,66</b>	<b>1,84</b>	<b>4,80</b>	<b>33,97</b>	<b>63,55</b>	<b>21,53</b>	<b>14,92</b>	
<b>Grupo 6</b>	N6LA	5,13	33,50	2,56	0,81	1,75	1,89	1,43	38,30	81,70	3,20	2,94	4,37	3,82	67,30	39,03	30,31	30,66
	N8LA	5,08	25,60	2,38	0,67	1,71	2,39	1,62	33,80	26,00	0,00	2,60	4,22	3,48	61,60	36,78	42,81	20,41
	N17LA	5,16	24,40	2,40	0,89	1,51	1,15	3,08	33,30	35,60	0,00	2,64	5,72	2,53	46,20	32,86	35,22	31,92
<b>Média G-6</b>	<b>5,12</b>	<b>27,83</b>	<b>2,45</b>	<b>0,79</b>	<b>1,66</b>	<b>1,81</b>	<b>2,04</b>	<b>35,13</b>	<b>47,77</b>	<b>1,07</b>	<b>2,73</b>	<b>4,77</b>	<b>3,28</b>	<b>58,37</b>	<b>36,22</b>	<b>36,11</b>	<b>27,66</b>	
<b>Grupo 7</b>	<b>N11LA</b>	<b>4,48</b>	<b>8,47</b>	<b>0,80</b>	<b>0,00</b>	<b>0,80</b>	<b>4,35</b>	<b>7,17</b>	<b>20,60</b>	<b>11,60</b>	<b>1,60</b>	<b>0,92</b>	<b>8,09</b>	<b>1,11</b>	<b>11,40</b>	<b>14,70</b>	<b>48,89</b>	<b>36,41</b>