

Atributos edáficos e vegetação em áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Sergipe

Gilmara da Silva Freire, Robério Anastácio Ferreira, Airon José da Silva, Daniela Aparecida de Castro Nizio

Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil. E-mails: gilfreire21@hotmail.com, roberioaf@yahoo.com.br, aironjs@gmail.com, danielanizio82@gmail.com

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, especialmente as nascentes e as margens dos cursos d'água. Face à gravidade desse processo e tendo em vista a necessidade da recuperação das áreas ciliares nesta unidade de planejamento, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar atributos químicos e granulométricos do solo, e verificar a similaridade entre as áreas, bem como avaliar 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 no Estado de Sergipe. A partir dos atributos químicos e granulométricos do solo, foi realizada uma análise de agrupamento usando o software Statistica. Realizou-se a correlação por meio 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 às condições edáficas de elevada acidez e fertilidade muito baixa.

Palavras chave: Recuperação de nascentes, Relação solo-vegetação, Matas ciliares.

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

Abstract: 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, especially the springs and margins of water courses. In view of the severity of this process and in view of the need to recover the riparian areas in this planning unit, 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 evaluating a possible correlation of these in the distribution of 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 in the State of Sergipe. From the analysis data of the chemical and particle size attributes of the soil, a cluster analysis was performed using the Statistica software. Correlation was carried out 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. they are species adapted to edaphic conditions of high acidity and very low fertility.

Keywords: Recovery of springs, Soil-vegetation relationship, Riparian forests.

Introdução

Os fatores responsáveis pela determinação da composição florística e da disposição espacial de espécies vegetais, em uma comunidade vegetal, estão relacionados às características fitogeográficas do local, tais como concentração de nutrientes do solo, topografia, substrato e idade dos depósitos sedimentares (Jardim et al., 2016).

Essas 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 como: textura, acidez e matéria orgânica do solo, que podem interagir nas comunidades vegetais, quanto da resposta das espécies a esses fatores, sendo determinantes para que cada local tenha características próprias (Braga et al., 2015).

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 Permanentes (APP's). Essas áreas são protegidas, conforme estabelecido no Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012).

Porém, como consequência da retirada da vegetação dessas áreas, a exposição do solo dificulta a infiltração de água e aumenta o fluxo superficial e sub-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 de dessedentação animal.

Diante desses fatos, vale ressaltar que em Sergipe, a Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga possui grande importância socioeconômica no contexto geográfico para a região Centro-Sul desse estado, 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 são atribuídos principalmente ao uso e ocupação do solo para a agricultura e pastagem, que

promovem a fragmentação e a degradação da vegetação ciliar das nascentes (Oliveira et al., 2012) e das margens dos cursos d'água, por serem os ambientes mais férteis para a produção agrícola ou de biomassa para o gado bovino e equino.

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 similaridade entre as áreas, bem como, uma possível correlação dos fatores edáficos na distribuição das espécies florestais ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, desde as nascentes principais até à foz. Além disso, foram avaliadas também quais são as espécies nativas com maior adaptação aos tipos de solos, levando-se em consideração o restabelecimento da vegetação da área, para evitar o surgimento de processos erosivos e a perda da biodiversidade das espécies.

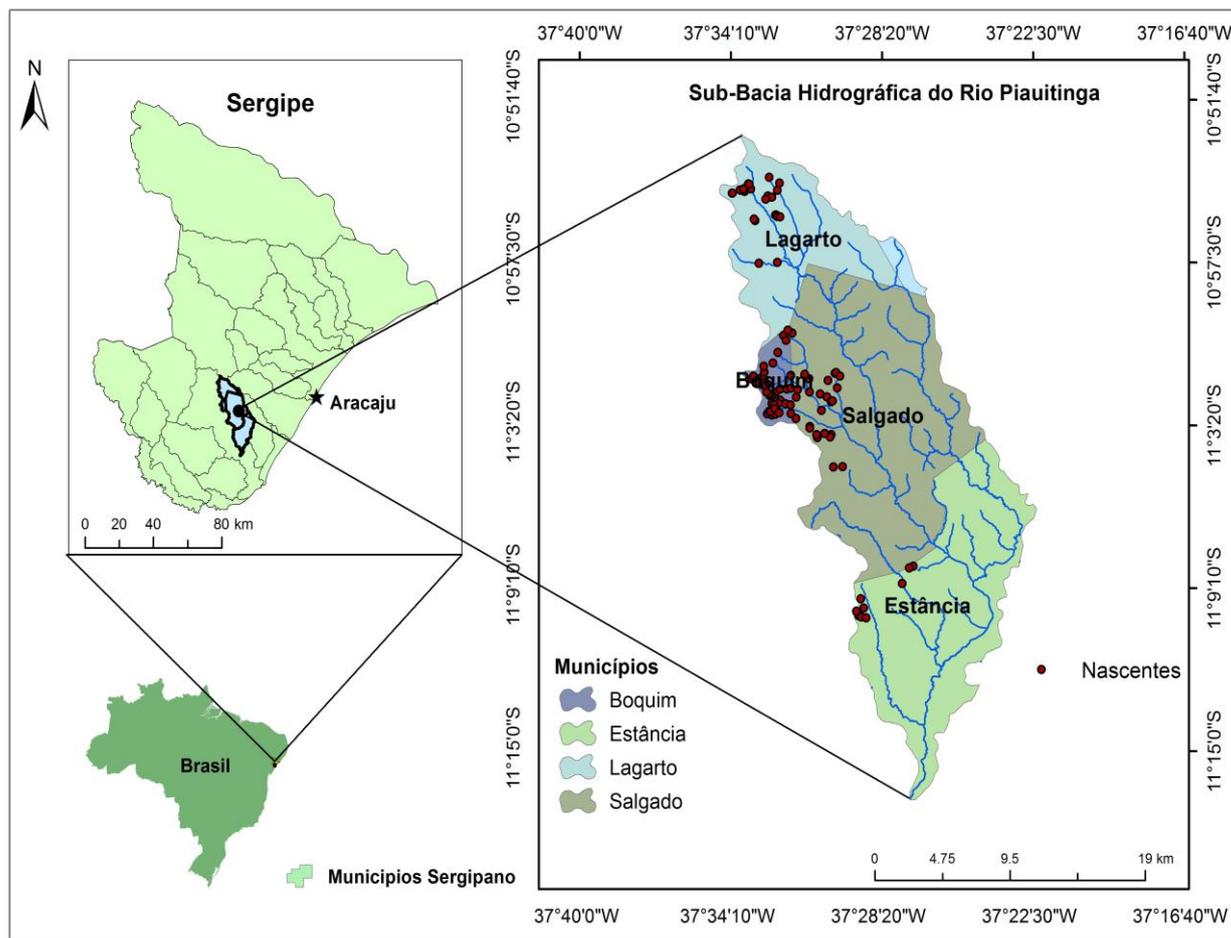
Material e métodos

Caracterização da área de estudo

A área de estudo considerada foi a Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, que se encontra situada no Centro-Sul do estado de Sergipe, compreendendo os municípios de Lagarto, Boquim, Salgado e Estância. Essa sub-bacia hidrográfica 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'-10°45'S e 37°22'-37°34'O. Compreende uma área de 411,98 km² e seu perímetro é de 121,22 km (Moreira, 2008).

Foram georreferenciadas 100 nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga (Figura 1), (Anexo I), que integram a Bacia Hidrográfica do Rio Piauí para a realização destes trabalhos (Santos, 2009, Calazans, 2010, Oliveira, 2010 & Nascimento, 2011). No entanto, a análise da vegetação foi realizada no entorno de apenas 48 nascentes, pelo fato dessas nascentes terem sido analisadas nos trabalhos de Nascimento (2011), Santos (2009), Oliveira (2010) e Calazans (2010), que serviram como base para elaboração deste trabalho.

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



Nas áreas de nascentes situadas ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, observou-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). As nascentes situadas nos municípios de Salgado e Boquim (correspondentes ao Médio Piauitinga) e Estância (Baixo Piauitinga), apresentam fitofisionomias 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 (Thorntwaite & 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
Boquim	24,3°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.398 mm	Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo
Estância	24,7°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.803 mm	Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico
Lagarto	28,2°C	Megatérmico Subúmido	1.182 mm	Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo
Salgado	24,6°C	Megatérmico Subúmido úmido	1.515 mm	Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Flúvico

Caracterização e análises dos solos

As coletas de solo foram realizadas em um raio de 50 m no entorno das nascentes, cuja área equivale a 0,79 ha⁻¹, nos municípios de Lagarto, Boquim, Salgado e Estância, sendo a amostragem realizada em caminhamento zigue-zague. Foi realizada uma amostra composta para cada nascente, nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

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, MO, Ca²⁺ + Mg²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Na⁺, K⁺, P e H+Al (Embrapa, 2009). A partir dos resultados, foram calculadas a SB (Soma de Bases), CTC (Capacidade de Troca de Cátions) potencial, PST (Porcentagem de Sódio Trocável) e V (Saturação por Bases). Para os parâmetros físicos foi determinada a granulometria do solo (porcentagem de 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-se o software Statistica. A matriz de similaridade foi simplificada com dendrogramas, usando-se o método de agrupamento de Ward.

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. Para essa listagem, foram utilizados dados de trabalhos previamente realizados por Nascimento (2011), Oliveira (2010) e Santos (2009).

Dois 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: Boquim (Santos, 2009), Salgado (Oliveira, 2010) e Lagarto (Nascimento, 2011). No município de Estância, foi realizado um censo populacional das plantas pertencentes a diversos hábitos, tais como árvores, arbustos, ervas e trepadeiras. Considerando-se o fato de que neste município não foi realizado a análise fitossociológica, optou-se por sua exclusão 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, 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 17 variáveis edáficas (pH, K⁺, Na⁺, Ca²⁺+Mg²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H+Al, SB, V, P, PST, MO, CTC, areia, argila e silte).

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 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).

Resultados e discussão

Caracterização e análises dos solos

A partir da análise da similaridade existente entre as 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, e com base em 17 atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 0-20 cm, foi observada a formação de seis grupos distintos (Figura 2.). Grupo 1: apresentou as menores médias para os atributos argila e Na com valores médios de 1,16% e 8,33mg dm⁻³, respectivamente, e maior média para pH (5,22). Grupo 2: apresentou as maiores médias para Ca+Mg (3,24cmol_cdm⁻³), Ca²⁺ (1,21 cmol_cdm⁻³), Mg (2,03 cmol_cdm⁻³), Al³⁺ (2,78 cmol_cdm⁻³), H+Al (3,37 cmol_cdm⁻³), Na (100,75 mg dm⁻³), K (46,50 mg dm⁻³), SB (3,79 cmol_cdm⁻³), CTC (7,16 cmol_cdm⁻³), PST (5,77%) V (57,55%) e argila (34,18%). Grupo 3: apresentou as maiores médias para os atributos MO (26,50 mg dm⁻³) e silte (35,55%), e menor média para areia (36,01%). Grupo 4: apresentou as menores médias para MO (13,11 mg dm⁻³) e PST (1,97%).

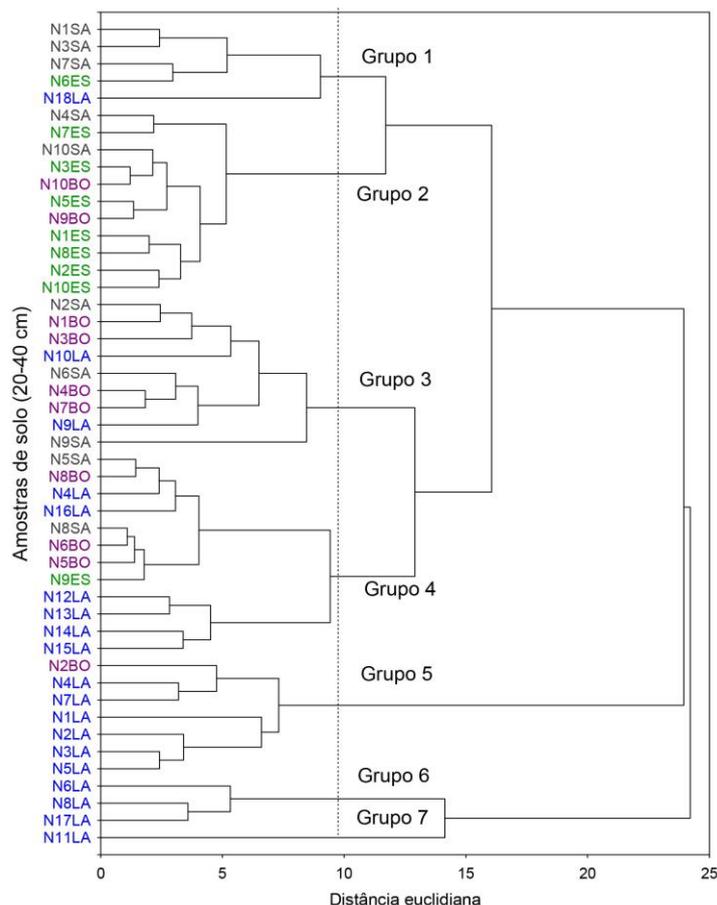
Grupo 5: apresentou as menores médias para os atributos Ca+Mg (0,79 cmol_cdm⁻³), Ca²⁺ (0,07 cmol_cdm⁻³), K (22,05 mg dm⁻³), P (1,47 mg dm⁻³), SB (0,92 cmol_cdm⁻³) e V (22,92%). Grupo 6: apresentou valores mais elevados para P (11,02 mg dm⁻³) e areia (74,75%), e os menores valores de pH (4,72), Mg (0,46 cmol_cdm⁻³), H+Al (1,41 cmol_cdm⁻³), CTC (2,40 cmol_cdm⁻³) e silte (12,60%).

Em relação às bases trocáveis, os teores de Ca²⁺, Na⁺ e Mg²⁺ 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), A presença de Ca em quantidade adequada influencia diretamente no crescimento das plantas, uma vez que a taxa de crescimento de plantas em solos com carência de Ca é relativamente reduzida. Porém, os autores afirmam que diferentes espécies respondem diferentemente aos níveis de Ca disponíveis no solo.

O valor de Al³⁺ foi considerado elevado para o grupo 2, porém quanto maior a concentração de Al³⁺, menor nível de Ca²⁺+Mg²⁺ (Braga et al., 2015). Com isso, pode-se afirmar que baixos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ indicam que o solo encontra-se com excesso de acidez e baixa saturação por bases (V) e, provavelmente, com toxidez por Al³⁺. Para solos agricultáveis é recomendada a realização da calagem que corrigirá a acidez (Tomé, 1997), no entanto, nesse caso, o mais indicado será selecionar espécies tolerantes ao excesso de alumínio trocável, em possíveis programas futuros de recuperação/restauração das áreas de nascentes que encontram-se perturbadas ou degradadas.

A MO apresentou 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 MO é um fator importante na reserva de nutrientes do solo (Silva et al., 2007). A maior disponibilidade de P foi observada no grupo 6, o qual é importante para as plantas, podendo afetar diretamente a produtividade e a resiliência de florestas tropicais (Frizano et al., 2003).

Figura 2 - Dendrograma bidimensional representando a similaridade de 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, nos municípios de Lagarto (amostras em Azul), Boquim (amostras em Roxo), Salgado (amostras em Marrom) e Estância (amostras em Verde) em relação aos atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 0-20 cm. As siglas no dendrograma representam as nascentes onde foram realizadas as coletas de solo de acordo com cada município.



Verifica-se que nas áreas de nascentes dos quatro municípios da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga predomina um caráter ácido dos solos, evidenciando baixos valores de pH, conforme as classes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2018). Pode-se inferir que, solos que apresentam elevada acidez influenciam a ordem da distribuição espacial das espécies vegetais (Lau et al., 2014 & Gonçalves et al., 2011).

Na profundidade de 20-40 cm, foi observada a formação de sete grupos distintos (Figura 3.). Grupo 1: apresentou maiores médias para 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 Al^{3+} ($0,58 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), Na^+ ($9,46 \text{ mg dm}^{-3}$) e PST (0,87%). Grupo 2: apresentou a menor média para o atributo MO ($9,66 \text{ mg dm}^{-3}$). Grupo 3: apresentou maior média

para pH (5,21) e menor média para o atributo argila (12,07%). Grupo 4: apresentou maior média apenas para o atributo H+Al ($3,17 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$). Grupo 5: apresentou as menores médias para os atributos $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ ($0,54 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), Ca^{2+} ($0,00 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), Mg^{2+} ($0,54 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), 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%). Grupo 6: apresentou maiores médias para MO ($27,83 \text{ mg dm}^{-3}$), $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ ($2,45 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), de Mg^{2+} ($1,66 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), Na^+ ($35,13 \text{ mg dm}^{-3}$), K^+ ($47,77 \text{ mg dm}^{-3}$), SB ($2,73 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) e V (58,37%), e o menor valor foi observado para o atributo P ($1,07 \text{ mg dm}^{-3}$). Grupo 7: apresentou maiores médias 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).

O elevado teor de Al^{3+} observado no grupo

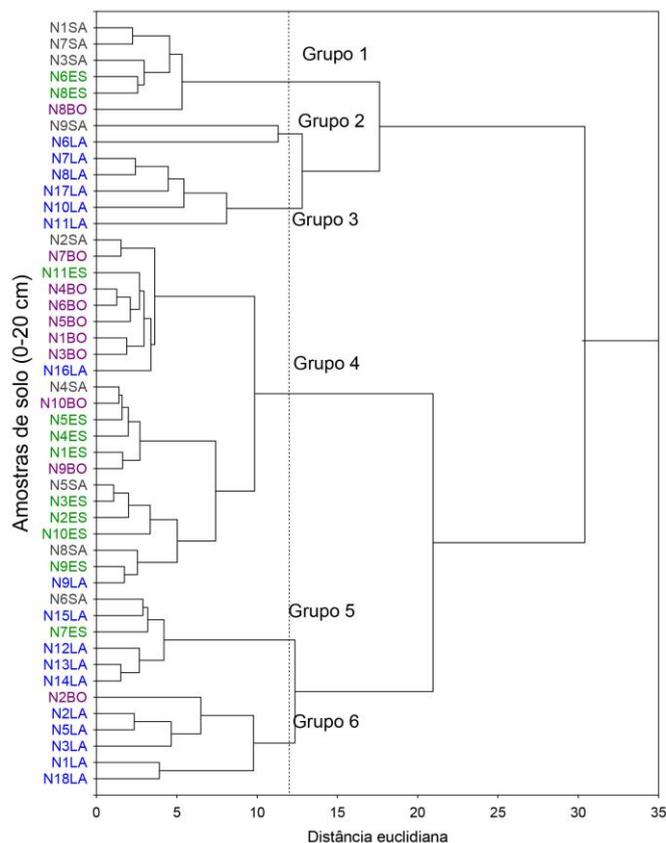
7 pode causar alteração morfológica nas raízes das plantas, tais como a redução da parte aérea e das raízes, tornando-as mais curtas e grossas (Miguel et al., 2010), o que pode indicar a possível seleção natural de espécies. Os valores elevados de acidez potencial nos solos provocam redução do pH, como observado na análise do solo. Do mesmo modo, os radicais ácidos da matéria orgânica do solo e o baixo valor de pH refletem em menor saturação por bases e maior teor de Al^{3+} , indicando existir elevada acidez e com solos distróficos (Silva et al., 2008). 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 nos solos mais intemperizados em geral, podendo causar

maior adsorção de silicatos e óxidos de Al^{3+} (Santos et al., 2008).

No grupo cinco, foi observado a maior média 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. Esse fato é indesejável, visto que pode acarretar grande impacto ambiental por liberar nutrientes de forma excessiva (Pedrotti et al., 2015).

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. Ao se comparar com estudo realizado por Sobral et al. (2007), observa-se que as condições do solo dos quatro municípios estudados, neste trabalho, apresentam condicionamento favorável (restrição mínima) ao desenvolvimento das espécies vegetais.

Figura 3 - Dendrograma bidimensional representando a similaridade de 48 áreas de nascentes da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, nos municípios de Lagarto (amostras em Azul), Boquim (amostras em Roxo), Salgado (amostras em Marrom) e Estância (amostras em Verde) em relação aos atributos químicos e granulométricos do solo, na profundidade de 20-40 cm. As siglas no dendrograma representam as nascentes onde foram realizadas as coletas de solo de acordo com cada município.



Correlação entre ambiente e vegetação

Entre os 17 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^{3+} , Na^+ , V e argila foram positivas. O pH e a areia, apresentaram forte correlação negativa. Para o eixo 2, as variáveis $Ca^{2+}+Mg^{2+}$, Ca^{2+} , H+Al, SB, CTC, K^+ e P apresentaram altas correlações positivas, mas as variáveis MO, PST e silte apresentaram altas correlações negativas. A MO 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 (N, P, S e B) para o crescimento das plantas (Colmanetti, 2013).

Ao analisar a correlação das variáveis na profundidade de 20-40 cm, verificou-se que apenas oito delas apresentaram altas correlações com o eixo 1. Correlacionaram-se positivamente o pH, o Na^+ e a areia, e negativamente com Al^{3+} , 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 $Ca^{2+}+Mg^{2+}$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , H+Al, SB, CTC, K^+ , P e areia.

Ao analisar-se o diagrama de ordenação das espécies, observa-se que os fatores que mais influenciaram na distribuição espacial delas foram MO e pH. A ordenação das espécies pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) indica que *Aegiphila pernambucensis*, *Byrsonima sericea*, *Eschweilera ovata*, *Myrcia splendens*, *Ocotea glomerata*, *Cupania impressinervia* e *Stryphnodendron pulcherrimum* (Figuras 4 e 5.) são mais abundantes em solos ácidos, com baixo valor de pH e com maior teor de 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), especialmente em áreas ciliares em nascentes e margens de cursos d'água. Assim, podem ser sugeridas para recuperação de áreas antropizadas, onde há necessidade de se utilizar

espécies com maior adaptação às áreas com condições de baixa fertilidade.

Na outra extremidade do gradiente, outro grupo de espécies mostrou-se correlacionado com o teor de MO (Figuras 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 recuperação/restauração em áreas de matas ciliares com melhores condições de fertilidade do solo.

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). *Casearia sylvestris* é considerada generalista por hábitat (Gonçalves et al., 2011), apresentando-se, neste estudo, como preferencial por solos com teor de MO médio.

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^{2+} e $Ca^{2+}+Mg^{2+}$, para a profundidade de 0-20cm (Figura 4.). Já na profundidade de 20-40 cm, apresentaram altas correlações positivas com Na^+ e negativa com K^+ e Mg^{2+} (Figura 5). Porém, foi observado redução decrescente do teor de Na^+ de acordo com a profundidade, com 27,08 mg dm^{-3} (0-20 cm) e 10,14 mg dm^{-3} (20-40 cm). Esse fator pode ter influenciado na distribuição das espécies, uma vez que Na^+ não é considerado nutriente para as espécies vegetais e causa problemas de dispersão da argila (Valladares, 2009).

A ordenação das espécies pela CCA indica que *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^+ , Al^{3+} e V% para a profundidade de 0-20 cm (Figura 4.). Foi observada diferença significativa para os teores de argila e Na^+ entre Lagarto e os demais municípios, podendo ser considerado um fator que influenciou a distribuição espacial dessas espécies. No entanto, ao analisar-se 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^{3+} , PST e MO. Foi observada diferença, apenas para os fatores argila, Al^{3+} e PST.

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, $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$, P e Mg^{2+} para as duas profundidades. Houve diferença significativa apenas para $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ 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, as condições edáficas do ambiente podem determinar ou favorecer o aparecimento ou estabelecimento de determinadas espécies (Braga et al., 2015).

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, 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 por intermédio de variáveis como precipitação, temperatura e umidade, pode ser considerado o mais importante agente na manifestação das propriedades dos solos (Palmieri & Larach, 2003). Mudanças climáticas, fertilidade, 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.

Figura 4 - Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação das espécies baseada na distribuição da densidade nas áreas de nascentes dos municípios de Lagarto, Boquim e Salgado, 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 cochliacarpus* (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. (Gen amer); *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); *Himatanthus 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); *Xylopiia frutescens* Aublet (Xyl frut); *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Zan rhoi); *Ziziphus joazeiro* Mart (Ziz joaz).

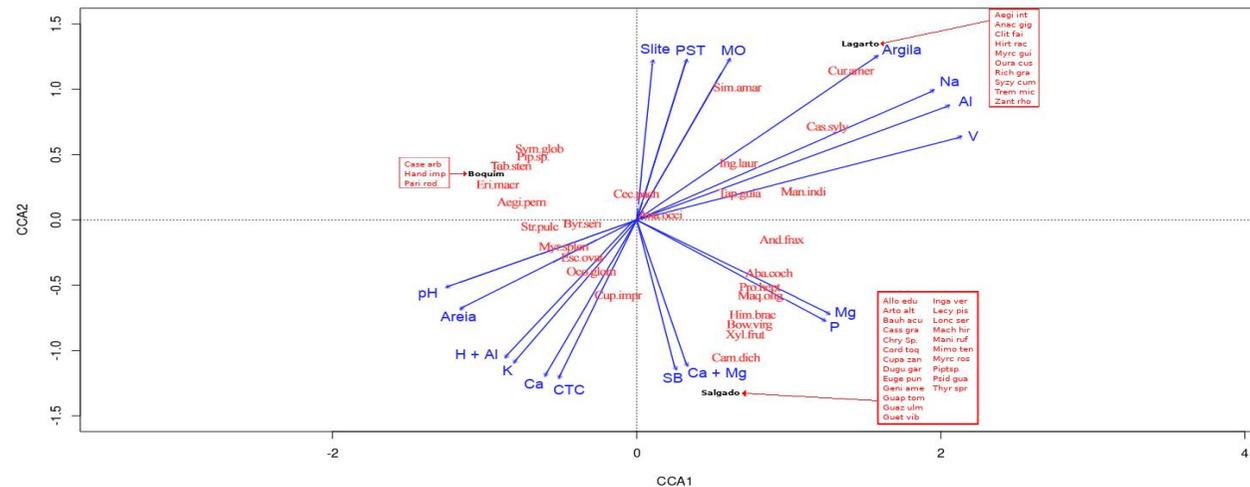
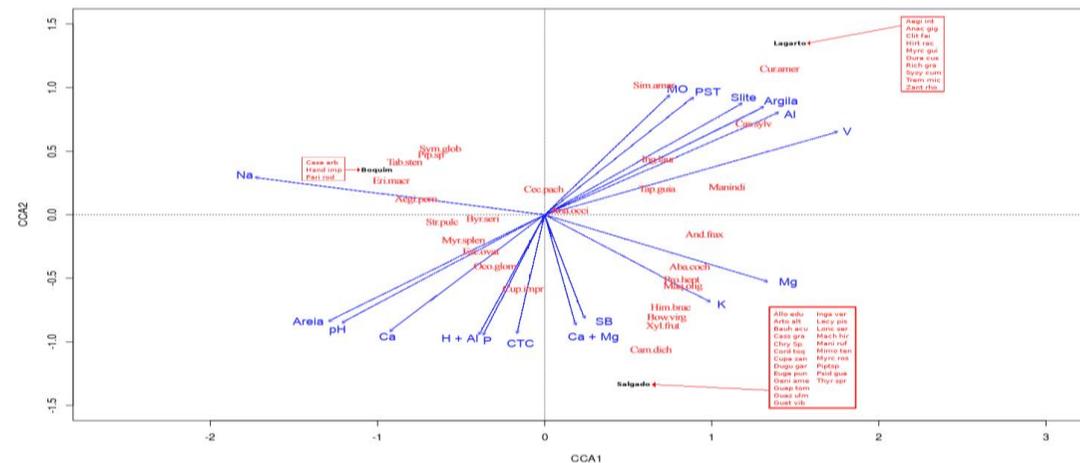


Figura 5 - Análise de correspondência canônica: diagrama de ordenação das espécies baseada na distribuição da densidade nas áreas de nascentes dos municípios de Lagarto, Boquim e Salgado, SE, na profundidade de 20-40 cm. As variáveis ambientais estão representadas por vetores e as espécies, pelos nomes abreviados (*).
 *As 65 espécies arbustivo-arbóreas, com mais de cinco indivíduos, as abreviações utilizadas na CCA: *Abarema cochliacarpus* (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. (Gen amer); *Guapira tomentosa* (Casar.) Lundell (Gua tome); *Guazuma ulmifolia* Lam. (Gua ulmi); *Guettarda viburnoides* Cham. & Schldt. (Gue vibu); *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Han impe); *Himatanthus 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); *Moquiniastrum 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).



Conclusões

Os atributos químicos e granulométricos do solo indicaram solos ácidos, com valores baixos de pH ao longo da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga. De acordo com a análise de componentes principais, destacam-se argila e Al^{3+} como primários positivos para as duas profundidades, 0-20 e 20-40cm. As áreas de nascentes que apresentaram melhores condições de fertilidade do solo foram dos municípios de Salgado e Lagarto.

A análise de correspondência canônica evidenciou que as variações nos atributos químicos e na granulometria do solo influenciam a distribuição espacial das espécies arbustivo-arbóreas. *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, tais como elevada acidez e fertilidade muito baixa. Em virtude dessas características, elas apresentam potencial para utilização em projetos de restauração/recuperação de áreas degradadas ou antropizadas, onde a recomposição da vegetação necessita de espécies com maior adaptação às áreas de baixa fertilidade.

Casearia sylvestris, *Inga laurina*, *Simarouba amara*, *Curatella americana*, *Tapirira guianensis* apresentaram correlação positiva com o teor de matéria orgânica. Apresentaram maior densidade para as áreas de nascentes do município de Lagarto, onde observou-se o maior teor de MO, podendo ser recomendadas para a restauração/recuperação em áreas de mata ciliares com melhores condições de fertilidade do solo, nesta unidade de planejamento.

Referências

Braga, A. J. T., Borges, E. E. L., & Martins, S. V. (2015). Influência dos fatores edáficos na variação florística de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, 39 (4), 623-633. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000400004>.

Brasil. (2012). *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Institui o novo Código Florestal brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

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

Camargos, V. L., et al. (2008). 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, 22 (1), 75-84. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000100010>.

Carvalho, A. P. V., Brumatti, D. V., & Dias, H. C. T. D. (2012). Importância do manejo da bacia hidrográfica e da determinação de processos hidrológicos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Viçosa, 2 (2) 148-156. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v2i2.177>.

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

Colmanetti, M. A. A. (2013). *Estrutura da vegetação e características edáficas de um reflorestamento com espécies nativas* (165f). Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, SP, Brasil.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solo* (5. ed.). Brasília: Embrapa.

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

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

- Frizano, J., Vann, D. R., Johnson, A. H., & Johnson, C. M. (2003). Labile phosphorus in soils of forest fallows and primary forest in the Bragantina Region, Brazil. *Biotropica*, 35 (1), 2-11. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2003.tb00256.x>
- Foundation for Statistical Computing. (2006). *R Core Team: A Language and Environment for Statistical Computing (versão 2.15)* [Programa de computador]. Vienna: Foundation for Statistical Computing. Recuperado de <http://www.R-project.org>.
- Gonçalves, I. S., Dias, H. C. T., Martins, S. V., & Souza, A. L. (2011). Fatores edáficos e as variações florísticas de um trecho de mata ciliar do rio Gualaxo do Norte, Mariana, MG. *Revista Árvore*, Viçosa, 35 (6), 1235-1243. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000700010>.
- Jardim, D. G., et al. (2016). Fatores edáficos e as variações florísticas da regeneração natural em duas formações florestais. *Biota Amazônia*, Macapá, 6 (2), 66-72. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p66-72>.
- Lau, A. V., & Jardim, M. A. G. (2014). Relação entre o banco de sementes e a composição química do solo em uma floresta de várzea. *Biota Amazônia*, Macapá, 4 (2), 96-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n2p96-101>.
- Legendre, P., & Gallagher, E. D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129 271–280, DOI: <https://doi.org/10.1007/s004420100716>.
- Martins, S. V., et al. (2003). Distribuição de espécies arbóreas em um gradiente topográfico de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 64, 172-181.
- Matos, G. M. A. (2016). *Mata ciliar em processo de recuperação no Baixo Rio São Francisco: florística e fitossociologia* (78f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.
- Miguel, P. S. B. et al. (2010). Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. *CES Revista*, Juiz de Fora, 24, 12-30.
- Moreira, F.D. (2008). *Geotecnologia aplicada à sub-bacia hidrográfica do Rio Piauitinga e suas relações ambientais* (120f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.
- Nascimento, M. I. C. (2011). *Vegetação arbórea-arbustiva em áreas de nascentes localizadas na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Lagarto-SE (77f)*. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.
- Oliveira, D. G., et al. (2012). Análise da vegetação em nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE. *Revista Árvore*, Viçosa, 36 (1), 127-141. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000100014>.
- Oliveira, D. G. (2010). *Análise da vegetação no entorno de nascentes localizadas no município de Salgado-SE, pertencentes à Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga* (85f). Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.
- Palmieri, F., & Larach, J. (2003). Pedologia e geomorfologia. In: Guerra, A., Cunha, S. (Org.). *Geomorfologia e meio ambiente* (4. ed., pp. 59-122). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Pedrotti, A., et al. (2015). Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, 19 (2), 1308-1324.
- Rodrigues, J.D., et al. (1993). 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, 50 (1), 45-57.

- Salvador, J. O., et al. (2000). Influência do alumínio no crescimento e na acumulação de nutrientes em mudas de goiabeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 24, 787-796.
- Santos, W. A., et al. (2017). Conflito de uso da terra em áreas de preservação permanentes da bacia do rio Piauitinga, Sergipe, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, 60 (1). 19-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2281>.
- Santos, T. I. S. (2009). *Estado de conservação e aspectos da vegetação de nascentes do Riacho Grilo-SE* (95f). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.
- Santos, F. C., et al. (2008). Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 32 (5), 2015-2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500023>.
- Silva, V., et al (2008). Variáveis de acidez em função da mineralogia da fração argila do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 32 (2), 551-559. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000200010>.
- Silva, R. C., et al. (2007). Alterações nas propriedades químicas e físicas de um chernossolo com diferentes coberturas vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 31 (1), 101-107. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000100011>.
- Sobral, L. F., et al. (2007). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe* (251p). Aracaju: Embrapa.
- Souza, V. C., & Lorenzi, H. (2012). *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.
- Ter Braak, C. J. F., & Prentice, I. C. (1988). A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research*. 18 (1), 271-317. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(08\)60183-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60183-X).
- Thornthwaite, C. W., & Mather, J. R. (1955). *The water balance* (Climatology, v. 8, n. 1, 104p). New Jersey: Drexel institute of technology.
- Tomé Jr., J. B. (1997). *Manual para interpretação de análise de solo* (247p). Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária.
- Valladares, G. S. (2009). Caracterização química e granulométrica de solos do Golfão maranhense. *Acta Amazônica*, Manaus, 39 (4). 923-934.
- Vanzela L. S., Hernandez, F. B. T., & Franco, R. A. M. (2010). Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande. 14 (1), 55-64. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000100008>.
- Vasconcelos, M. C. C. A. (2014). Salinização do solo em áreas irrigadas: Aspectos físicos e químicos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, 10 (1), 20-25.
- Velloso, H. P., Rangel-Filho, A. L. R., & Lima, J. C. A. (1991). *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal* (124p). Rio de Janeiro: IBGE.
- Wright, S.J., et al. (2011). Potassium, phosphorus, or nitrogen limit root allocation, tree growth, or litter production in a lowland tropical forest. *Ecology*, 92 (8), 1616-1625. DOI: <https://doi.org/10.1890/10-1558.1>.

Recebido em: 09/10/2020

Aceito em: 18/06/2021