



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

CATIÚRSIA NASCIMENTO DIAS

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS

Cruz das Almas – BA  
Agosto - 2018

CATIÚRSIA NASCIMENTO DIAS

VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB pela estudante Catiúrsia Nascimento Dias como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof.Drº. Elton da Silva Leite.

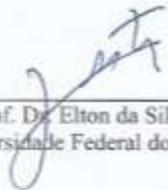
Cruz das Almas – BA  
Agosto – 2018

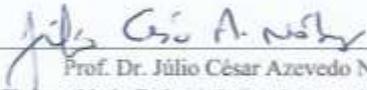
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

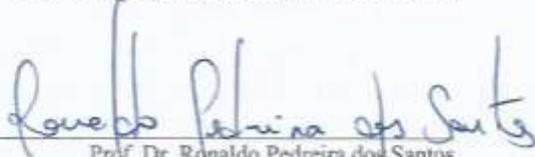
VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS EM SISTEMAS  
AGROFLORESTAIS

COMISSÃO EXAMINADORA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE  
CATIÚRSIA NASCIMENTO DIAS

Aprovado em: Cruz das Almas - BA 08/08/2018

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Elton da Silva Leite (Orientador)  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Júlio César Azevedo Nóbrega  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ronaldo Pedreira dos Santos

IF (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia) - Baiano - Campus Catu

Ao meu querido, amado e maravilhoso pai (*In memorian*) por todo amor, proteção, ensinamentos, dedicação e saudade. Você, pra sempre em mim!

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado saúde e força para superar todos os desafios e permissão para concluir esta etapa e alcançar este momento ímpar.

À minha querida mãe Adenice Batista Nascimento Dias, por ser minha fonte de força maior, dedicação, amor e incentivo.

A minha irmã Layna Kethelen Nascimento Dias, pelo amor e por fazer minha estrutura mais forte e corajosa.

Ao meu querido avô (*in memoriam*) Dermival Nascimento, por tantos sorrisos e momentos e a toda à minha família.

Ao meu namorado Iago Nery Melo, pelo amor, cuidado e por ser minha inspiração.

Ao meu orientador Professor Dr. Elton da Silva leite, pela orientação, paciência, apoio e confiança.

À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC( Estação Experimental Sósthene de Miranda – ESOMI), especialmente, ao técnico Jorge pela oportunidade e apoio prestado para concretização desse trabalho.

Ao laboratório de Mecanização Agrícola e Florestal, especialmente Aldair Rocha Araujo, André Isao Sato, Iago Nery Melo, Ítalo Lima Nunes, Jaqueline Silva Santos, Roneise de Jesus Lima.

Aos meus amigos (as), que estiveram comigo nesta caminhada e torceram pela minha conquista, em especial Aldair Rocha Araujo, Camila Piqui Guerra, Clediane Ramos dos Santos, Fabínia de Amaral Guedes, Ítalo Lima Nunes, Lucas Gabriel Sousa Santos e Rafaela Silva de Faria.

Ao Sr. Ailton Marques Boa Sorte pelo auxílio no Laboratório de Física do Solo.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia pela oportunidade, pelo amadurecimento como ser humano e por toda bagagem adquirida ao longo destes cinco anos.

A quem não mencionei, mas esteve junto comigo nesta jornada incrível e participou para que eu pudesse chegar aqui, fica o meu muito obrigada!

## **VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

**RESUMO:** A utilização de sistemas agroflorestais (SAF's) viabiliza a produção e é, a alternativa sustentável para agricultura familiar, pois promove uma variedade de produtos à ser comercializados, além de constituir um ambiente natural com aumento da diversidade. Neste sentido, objetivou-se avaliar a variabilidade espacial dos atributos físicos do solo em dois SAF's. O estudo foi conduzido na região de São Sebastião de Passé-BA. Os sistemas agroflorestais em estudo são oriundos de diferentes períodos de implantação e espécies utilizadas, sendo o SAF1 com 22 anos de implantação e o SAF2 13 anos. Os atributos físicos do solo avaliados foram: condutividade hidráulica saturada, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, densidade de partículas, densidade do solo, umidade volumétrica, teor de matéria seca, resistência do solo à penetração e análise granulométrica. Os dados dos atributos físicos foram submetidos à análise de variabilidade espacial, a partir do programa GS+ versão 5. Verificou-se estrutura de dependência espacial para todos os atributos como forte e para resistência do solo à penetração no SAF 1 como moderada.

**Palavras-chave:** Qualidade do solo, geostatística, manejo sustentável.

## **SPACE VARIABILITY OF PHYSICAL ATTRIBUTES IN AGROFLORESTRIAL SYSTEMS**

**ABSTRACT:** The use of agroforestry systems (SAFs) enables production and is the sustainable alternative for family agriculture, as it promotes a variety of products to be commercialized, besides being a natural environment with increased diversity. In this sense, the objective was to evaluate the spatial variability of soil physical attributes in two SAF's. The study was conducted in the region of São Sebastião de Passé-BA. The agroforestry systems under study come from different implantation periods and species used, with SAF1 with 22 years of implantation and SAF2 with 13 years. The soil physical attributes were: saturated hydraulic conductivity, total porosity, microporosity, macroporosity, particle density, soil density, volumetric moisture content, dry matter content, soil penetration resistance and particle size analysis. The physical attributes data were submitted to the spatial variability analysis from the GS + version 5. The spatial dependence structure was verified for all attributes as strong and for soil resistance to penetration in SAF 1 as moderate.

**Keywords:** Soil quality, geostatistical, sustainable management.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
CONCLUSÕES .....	21
REFERÊNCIAS .....	22

## INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são definidos como a forma de uso ou manejo integrado da terra onde espécies são utilizadas comumente com culturas agrícolas, pastagem e/ou animais, objetivando obter benefícios entre interações econômicas, sociais e ambientais (NEGASH; KANNINEN, 2015). As interações entre plantas de diferentes ciclos, portes e funções favorecem o aporte contínuo e diversificado de matéria orgânica, contribuindo com a melhoria dos atributos físicos do solo (ARAÚJO et al., 2001).

Os SAF's são sistemas alternativos de uso da terra, principalmente para a agricultura familiar, devido ao seu potencial de reduzir a degradação do solo e diminuir a pressão sobre as áreas de florestas (MCGRATH et al., 2000). Este sistema de produção agrícola é uma opção viável à agricultura familiar, devido as melhorias promovidas na qualidade física do solo e à redução de efeitos negativos em sua estrutura, provocados por sistemas de manejo convencionais. Esse sistema integra várias espécies agrícolas com arbóreas cultivadas e intercaladas com animais domésticos, na mesma unidade de manejo, ou alternadas no tempo e no espaço (SILVA et al., 2011).

A avaliação da qualidade do solo pode ser realizada pelo monitoramento de seus atributos ou características físicas, químicas e biológicas (CARVALHO et al., 2004). Os estudos sobre os atributos físicos do solo, além de analisar a qualidade, torna possível atribuir o uso e manejo adequado, podendo assim obter melhoria na produtividade (VIEIRA et al., 2012).

No tocante à geoestatística, tem sido utilizada para o estudo da variabilidade espacial dos atributos do solo, pois permite quantificar a magnitude e o grau de dependência espacial, bem como descrever, detalhadamente, a variabilidade espacial das variáveis estudadas, por meio de um interpolador exato e preciso (UCHÔA et al., 2011; SANTI et al., 2012).

As características físicas do solo evidenciada pela a variabilidade espacial e temporal dos fatores inerentes à produtividade agrícola do solo constitui informação e conhecimento relevante para a tomada de decisão, influenciando às práticas de manejo a serem adotadas (DE OLIVEIRA et al., 2017).

Assim, diante da importância dos sistemas agroflorestais, principalmente para agricultura familiar, este estudo tem por objetivo avaliar a variabilidade espacial dos atributos físicos do solo, determinando seu comportamento sob dois sistemas agroflorestais com diferentes períodos de implantação.

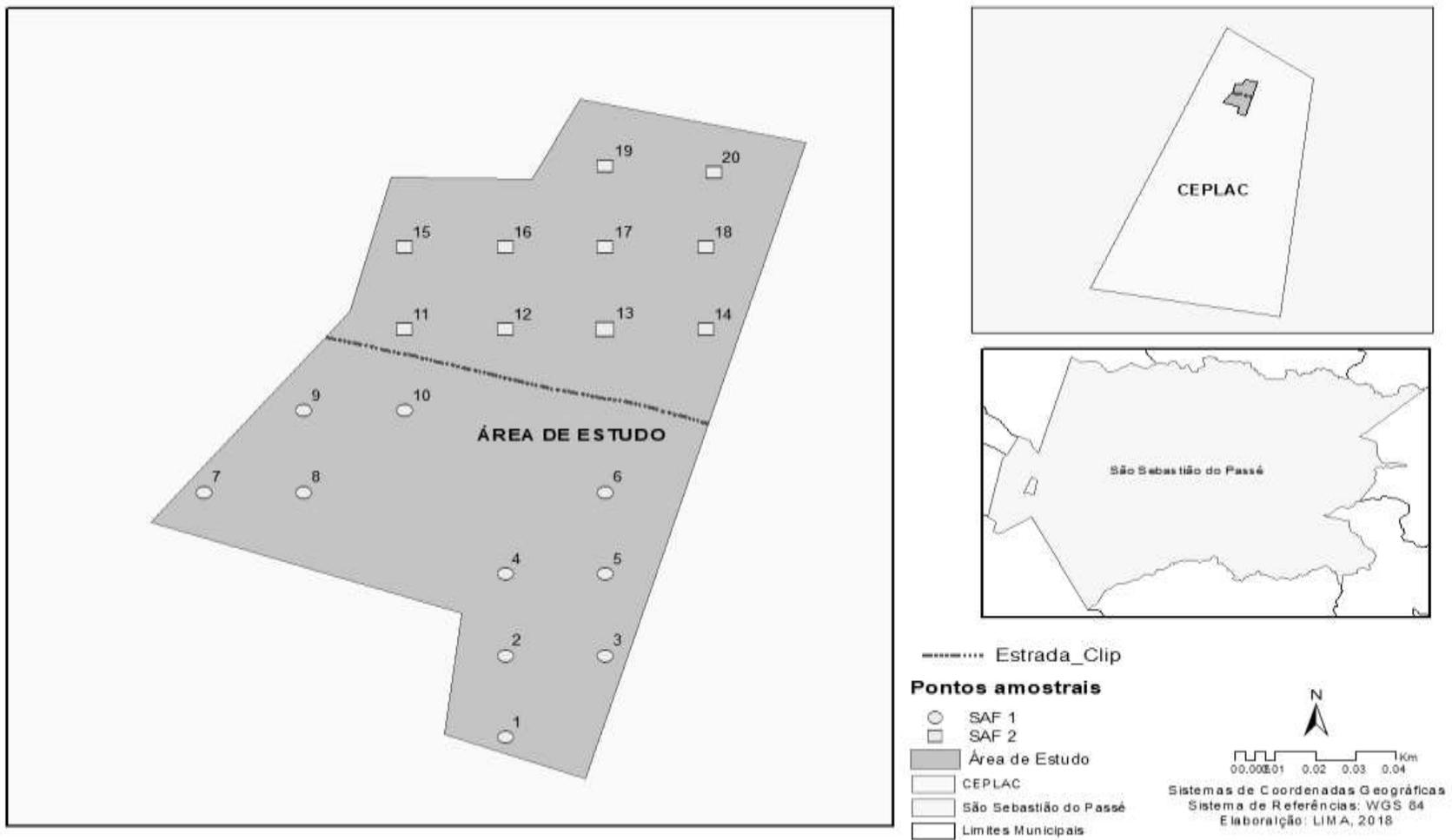
## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Estação Experimental Sósthene de Miranda (ESOMI), pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) localizada no município de São Sebastião do Passé, Bahia, Br 324, km 63, com coordenadas geográficas são 12° 32' 04" S e 38° 28' 16" W. O clima da região segundo Köppen (1948) é classificado como As (tropical com ocorrência de inverno chuvoso) e precipitação média anual em torno de 1600 mm (MÜLLER, 2003). O solo da região foi classificado como Vertissolo háplico (SANTOS et al., 2013)

A análise geostatística compreendeu pela amostragem sistemática, com malha amostral de vinte pontos, cada área com 22,0x22,0m, totalizando 16.600 m<sup>2</sup> de área correspondente aos dois SAF's (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização dos sistemas agroflorestais (SAF's) no município de São Sebastião do Passé, BA.

Sistema	Manejo
SAF1	Cultura(Espaçamento; idade):
	Eritrina ( <i>Erythrina mulungu</i> ) (22,0x22,0 m;22 anos).
	Jaqueira ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> ) (44,0x44,0 m; 22 anos).
	Cajazeira ( <i>Spondias mombin</i> ) (48,0x 48,0m; 20 anos).
	Jenipapeiro ( <i>Genipa americana</i> ) (50,0x 50,0m; 20 anos).
	Cacaueiro ( <i>Theobroma cacao</i> ) (3,0x3,0m; 15 anos)
	Preparo de solo: Plantio direto (sem adubação).
SAF2	Cultura(Espaçamento; idade):
	Eritrina ( <i>Erythrina mulungu</i> ) (25,0x25,0 m;13 anos).
	Gliricídia ( <i>Gliricidia sepium</i> ) (30,0x 30,0 m; 12 anos).
	Cajazeira ( <i>Spondias mombin</i> ) (48,0x 48,0m; 11 anos).
	Nim indiano ( <i>Azadirachta indica</i> ) (50,0x50,0m; 8 anos).
	Bananeira ( <i>Musa acuminata</i> ) (3,0x3,0m; 6 anos)
	Preparo do solo: Convencional (sem adubação).



**Figura 1.** Localização da área de estudo na região de São Sebastião do Passé.

Para avaliação dos atributos foram coletadas amostras deformadas com o auxílio de um trado holandês e amostras indeformadas com o extrator de solo tipo “Uhland”, utilizando-se anéis cilíndricos de aço (Kopecky) de bordas cortantes e com volume de 5 cm<sup>3</sup> (DONAGEMA et al., 2011). As amostras foram coletadas na profundidade de 0,20 m.

Os atributos físicos avaliados pelas amostras indeformadas foram: Condutividade hidráulica saturada (K<sub>0</sub>), porosidade total (PT), macroporosidade (Map), microporosidade (Mip) e densidade do solo (Ds).

Pelas amostras deformadas: umidade volumétrica (U); densidade de partículas (D<sub>p</sub>) e análise granulométrica.

Avaliou o teor de matéria seca (Ms) e resistência do solo à penetração (RSP). A análise dos atributos em estudo foram realizados de acordo com os métodos estabelecidos por Teixeira et al. (2017) (Tabela 2).

O teor de matéria seca da serapilheira foi determinado pela coleta de biomassa em quadrantes de 0,50x0,50m, totalizando 0,25m<sup>2</sup>. Para determinação do teor seco de serapilheira utilizou-se o método descrito por Arevalo et al. (2002).

O índice de dependência espacial dos atributos (IDE) foi determinado e classificado, segundo Zimback (2001), assumindo, assim, os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para IDE < 25%, moderada para 25% < 75% e forte >75%.

A resistência do solo à penetração foi determinada em função dos pontos escolhidos anteriormente, realizando três repetições por ponto com o medidor automatizado de compactação do solo, marca FALKER, modelo SOLO STAR, equipado com uma ponta em forma de cone e ângulo de vértice de 30 graus (ASABE, 2013). Foram registrados os valores de 0,01m a 0,20m de profundidade, conforme descrito por Mercante et al. (2003) e Lima et al. (2008).

Os dados das propriedades do solo foram submetidos à análise de variabilidade espacial e interpolados pelo método da krigagem ordinária, a partir do programa GS+ versão 5.1.

**Tabela 2.** Descrição das equações utilizadas na determinação dos atributos físicos do solo.

<b>Atributo físico</b>	<b>Equação</b>	
Condutividade hidráulica	$K_0=(Q*L)/(A*H*t)$	(1)
Porosidade total	$PT=(1-(D_s/D_p))$	(2)
Microporosidade	$MiP=((A_{60cm}-SS)/V)$	(3)
Macroporosidade	$MaP=(Pt- MiP)$	(4)
Densidade do solo	$D_s=Ms/V$	(5)
Densidade de partículas	$D_p=Ma/(V_t-V_u)$	(6)
Umidade volumétrica	$UV=(UG*D_s)$	(7)

(1): Q- média do volume percolado das últimas três leituras; A- área do cilindro em cm<sup>2</sup>; H- altura do cilindro + a coluna de água em cm e t- tempo em horas. (2): D<sub>s</sub> – é a densidade do solo (g cm<sup>3</sup>) e D<sub>p</sub> – é a densidade de partículas g cm<sup>3</sup>. (3): A<sub>60cm</sub>- peso da amostra seccionada na mesa de tensão na altura de 60 cm; SS- solo seco a 105°C e V- volume de cilindro (cm<sup>3</sup>). (4): Pt- porosidade total; e MiP- microporosidade. (5): Ms – é a massa da amostra seca a 105°C e V- volume de cilindro (cm<sup>3</sup>). (6): Ma- massa da amostra seca ; V<sub>t</sub>- total aferido no balão e V<sub>u</sub>- volume utilizado para completar o balão com a amostra. (7): UG – conteúdo gravimétrico de água (umidade em base gravimétrica) e D<sub>s</sub> – é a densidade do solo (g cm<sup>3</sup>) (TEIXEIRA, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das estimativas dos parâmetros evidencia que o modelo exponencial teve o melhor ajuste para todas as variáveis em estudo na profundidade de 0,20 m (Tabela 2). Esse comportamento decorre das baixas alterações dos valores analisados e da possibilidade de adequar-se à fenômenos erráticos de pequena escala ou de curta distância (CORÁ et al., 2004).

**Tabela 3.** Estimativas dos parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados para as variáveis em estudo em dois diferentes sistemas agroflorestais.

Parâmetros	RSP	Umidade	K0	PT	Mic	Mac	DS	DP	Areia	Argila	Silte
<b>SAF 1</b>											
<b>Modelo</b>	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp
<b>CO</b>	0,41	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,07	0,01	31,6	0,01	23,00
<b>CO+C</b>	0,83	21,01	0,26	0,20	0,20	0,09	0,21	0,14	91,00	6,10	51,20
<b>AI</b>	63,20	24,50	60,00	42,50	43,90	40,70	27,30	26,80	26,50	80	63,20
<b>IDE</b>	0,50	0,99	0,98	0,99	0,91	0,90	0,96	0,99	0,91	0,90	0,91
<b>R<sup>2</sup></b>	0,94	0,85	0,64	0,84	0,84	0,60	0,52	0,75	0,66	0,59	0,50
<b>SAF 2</b>											
<b>Modelo</b>	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp	Exp
<b>CO</b>	0,91	6,4	0,01	0,03	0,02	0,01	0,07	0,06	6,78	6,45	0,01
<b>CO+C</b>	1,83	42,00	0,66	0,6	0,04	0,03	0,15	0,31	13,57	12,91	0,60
<b>AI</b>	25,30	26,10	24,3	25,0	24,30	24,30	24,30	26,00	24,30	24,30	53,00
<b>IDE</b>	0,98	0,85	0,99	0,81	0,76	0,75	0,78	0,80	0,80	0,72	0,99
<b>R<sup>2</sup></b>	0,50	0,50	0,61	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55

Exp- Exponencial; Co- Efeito pepita; Co+C- Patamar; AI- Alcance; IDE- Índice de dependência espacial; R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação; Rsp- Resistência do solo à penetração; K0- Condutividade hidráulica; Pt- Porosidade total; Mic- Microporosidade; Mac- Macroporosidade; Ds- Densidade do solo e Dp- Densidade de partículas.

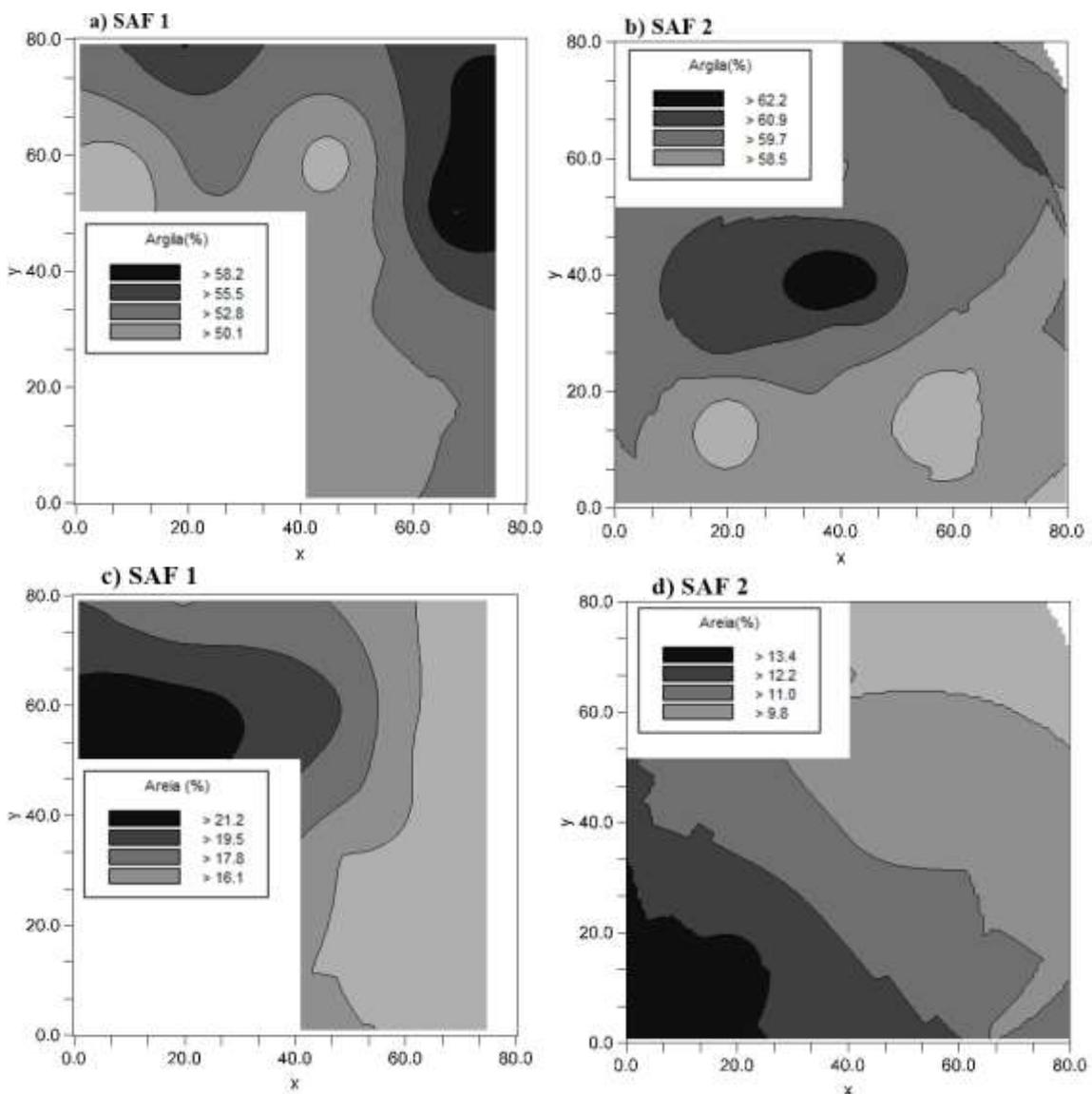
Todos os semivariogramas apresentaram-se bem ajustados, com valores de R<sup>2</sup> (coeficiente de determinação) acima de 0,50. De Mello et al. (2006), relataram que a escolha do modelo deve ser baseada nos maiores índices de R<sup>2</sup>.

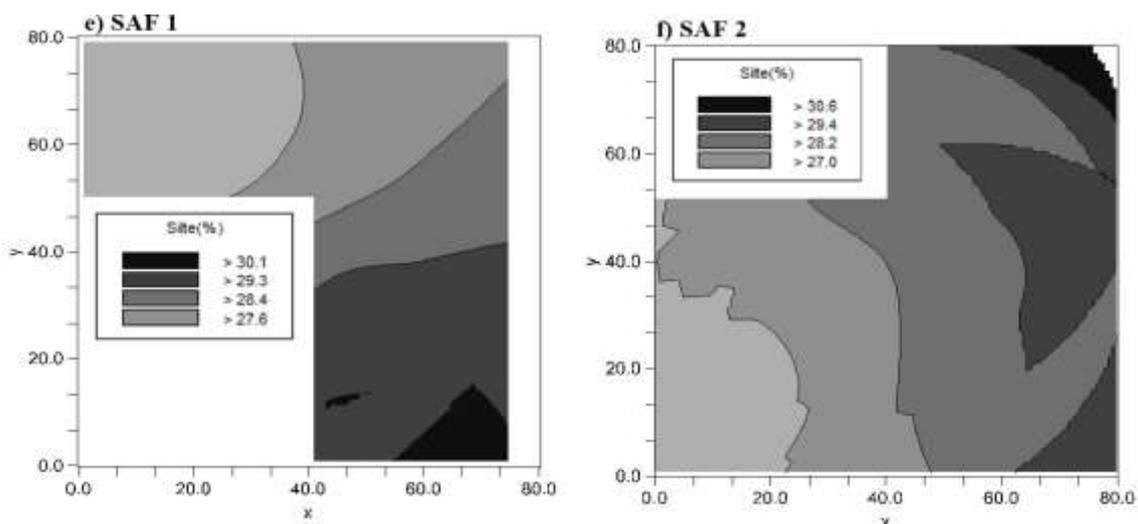
Estudando a variabilidade de atributos do solo, Lima et al. (2010) relataram que para a técnica de krigagem, o IDE mostrou-se um estimador viável garantindo uma melhor avaliação.

No presente estudo todos os atributos avaliados evidenciaram que os valores de IDE assumiram dependência espacial alta de acordo a classificação proposta por Zimback (2001), exceto para a RPS no SAF 1, que obteve dependência espacial moderada. O SAF 2, obteve dependência espacial forte em todas as propriedades estudadas. Com isto, a utilização da geoestatística se mostra uma ferramenta precisa, pois essas diferenças não seriam explicadas pela estatística clássica, já que esse método não leva em consideração a heterogeneidade espacial (SOUZA et al., 2004).

Para todos os atributos avaliados, os valores encontrados de alcance foram superiores a distância adotada entre amostras, ou seja, acima de 22,0m, evidenciando dependência espacial.

Nos mapas de variabilidade espacial (Figura 2a e 2b) na profundidade de 0,20m houve variação nos teores de argila dos sistemas em estudo. Nota-se que o SAF 2, assumiu o maior teor de argila em todas as classes. Em relação ao teor de areia, o SAF 1 obteve 36% a mais que o SAF2 (Figura 2c e 2d). As classes de valores de silte mantiveram-se próximos nas duas áreas em estudo (Figura 2e e 2f).



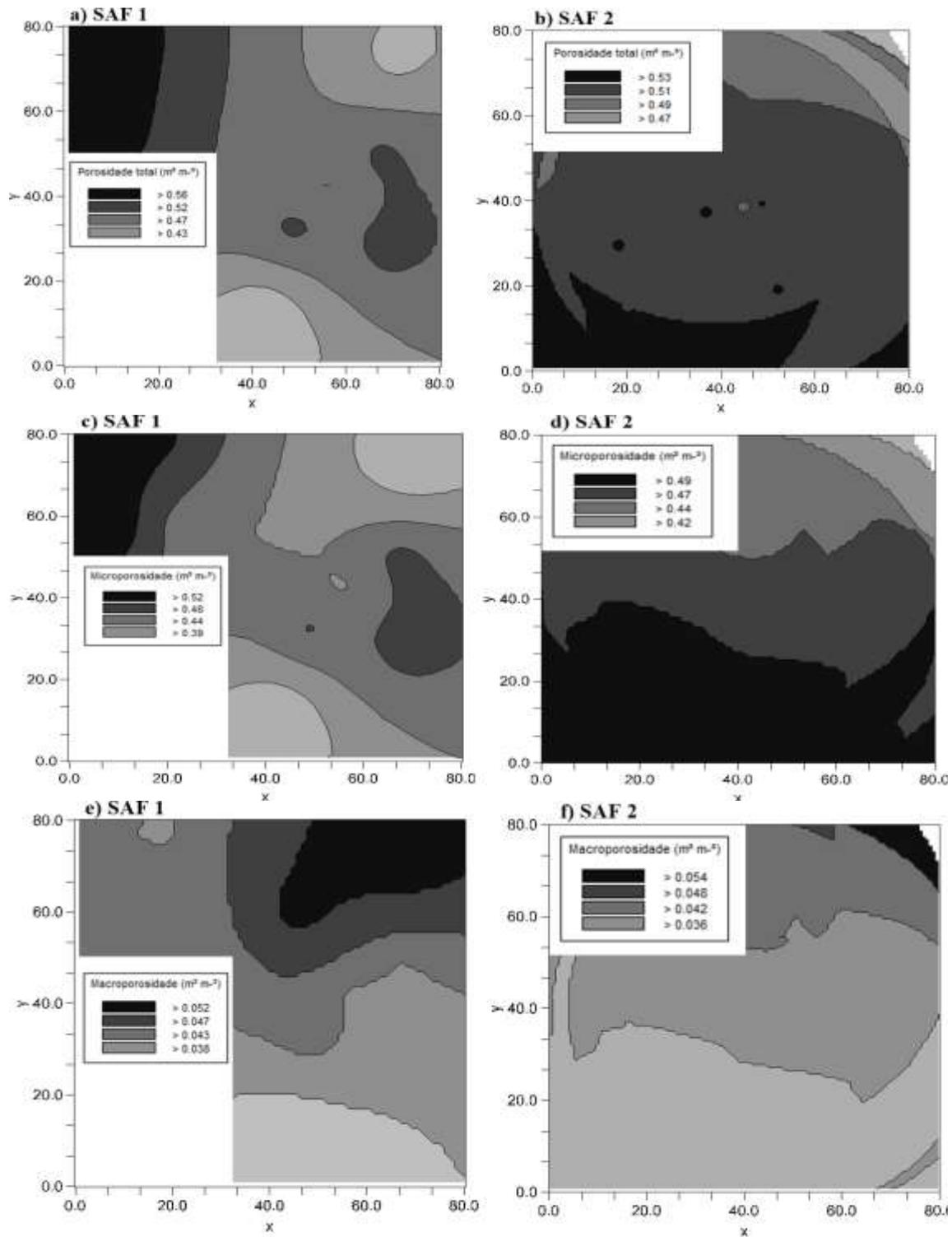


**Figura 2.** Mapas de krigagem para variáveis (a) SAF1-Argila; (b) SAF2- Argila; (c) SAF1-Areia; (d) SAF2- Areia; (e) SAF1- Silte e (f) SAF2-Silte na profundidade de 0,20m. SAF1- Espécies: Eritrina; Jaqueira; Cajazeira; Jenipapeiro e Cacaueiro. SAF2- Espécies: Eritrina; Gliricídia; Cajazeira; Nim indiano e Bananeira.

A microporosidade e a macroporosidade apresentaram valores similares em ambas às áreas em estudo (Figura 3). O maior valor de porosidade total foi atribuído ao SAF2 (Figura 3a e 3b).

Os valores de macroporosidade indicam prováveis limitações de aeração do solo. Na camada de 0 a 0,20 m, os valores são de  $0,05 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , sendo considerado crítico para as plantas, de acordo com Pagliai et al. (2003). Os valores encontrados neste estudo apresentam similaridade aos obtidos por Mascarenhas et al. (2017), relatando que os valores de macroporosidade obtidos em um sistema agroflorestal apresentaram valores críticos. Valor baixo de macroporosidade em áreas cultivadas, possivelmente, está relacionado com o tipo de manejo ou a classe de solo.

Ambas as áreas obtiveram valores de microporosidade alto, estes resultados demonstram que os sistemas agroflorestais em estudo têm influenciado nas propriedades do solo, sendo evidenciado pela redução do espaço poroso, contribuindo para o aumento dos microporos capilares.



**Figura 3.** Mapas de krigagem para variáveis (a) SAF1-Porosidade total; (b) SAF2- Porosidade total; (c) SAF1-Microporosidade; (d) SAF2- Microporosidade; (e) SAF1- Macroporosidade e (f) SAF2- Macroporosidade na profundidade de 0,20m. SAF1- Espécies: Eritrina; Jaqueira; Cajazeira; Jenipapeiro e Cacaueiro. SAF2- Espécies: Eritrina; Gliricídia; Cajazeira; Nim indiano e Bananeira.

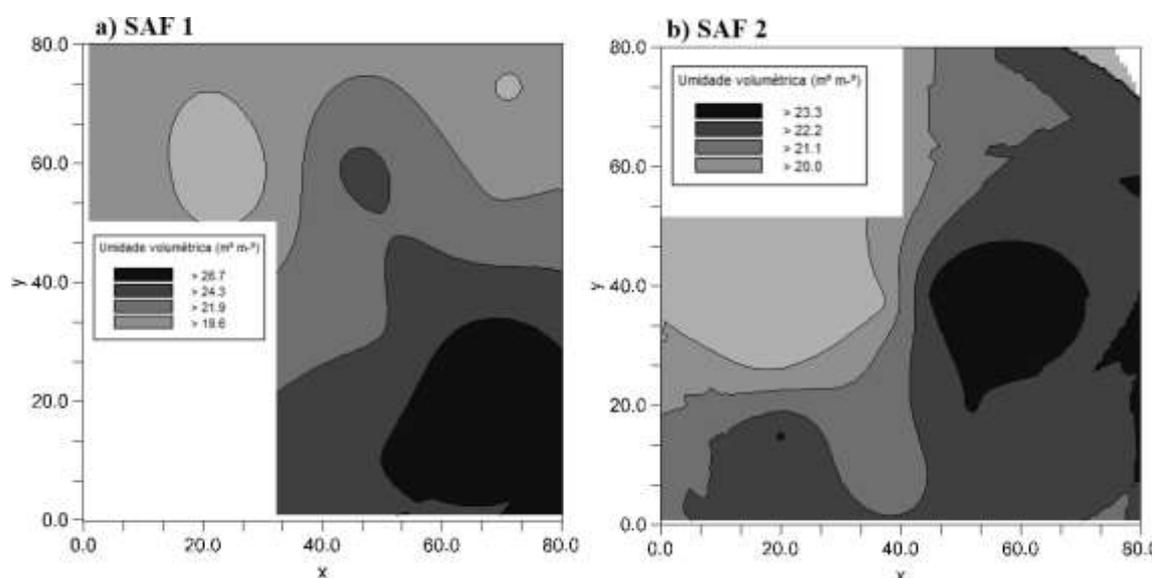
Os maiores valores de densidade do solo foram observados no SAF1 com  $1,24 g cm^{-3}$  (Figura 4e e 4f). Estes valores não foram considerados críticos e não ocasionam

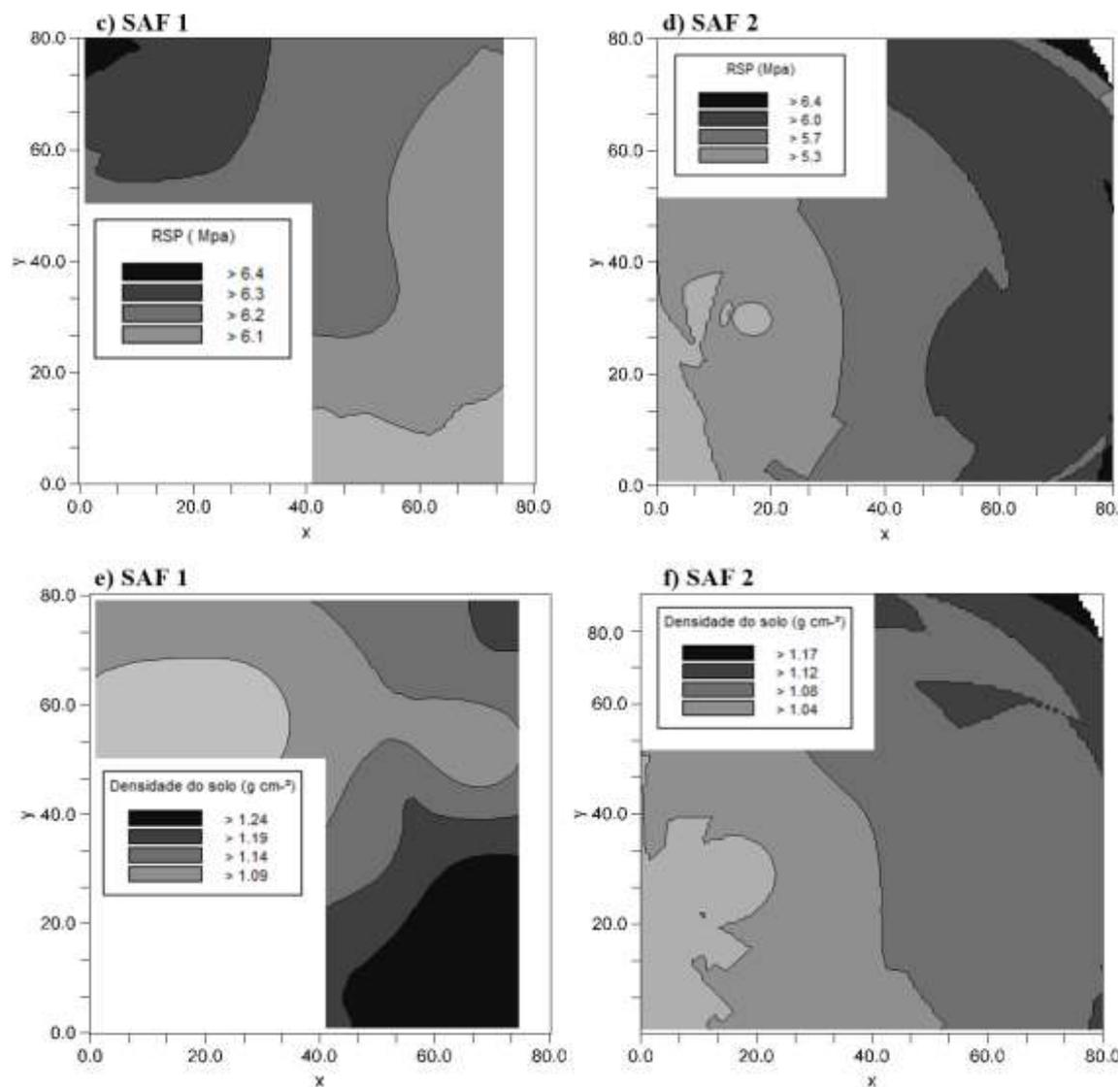
efeito negativo no crescimento vegetativo, baseado no percentual de argila, de acordo com Reichert et al., (2003). Comparando os dois sistemas em estudo, o valor superior de densidade do solo encontrado no SAF1 ocorreu em virtude das intervenções na área cultivadas com *Theobroma cacao*, devido às práticas de roçagem, poda, colheita, adubações e manejos típicos da cultura cacaueteira.

Maiores valores de densidade do solo foram encontrados em um SAF's com 6 anos de implantação em Rondônia (MASCARENHAS et al. 2017). Evidenciando que com o decorrer dos anos, o sistema agroflorestal é capaz de reduzir os valores de densidade do solo, pois valores críticos desta propriedade podem acarretar restrições ao crescimento radicular e infiltração de água (DA SILVA et al., 2015).

Observa-se que as maiores classes de umidade volumétrica foram encontradas no SAF 1, neste mesmo sistema foram encontrados os menores valores de RSP, como mostrado (Figura 4c), constatando a relação inversamente proporcional entre os valores de umidade volumétrica e RSP. A maior umidade encontrada no SAF 1 ocorreu em decorrência do tipo de sistema empregado, devido à cobertura vegetal do solo que o plantio direto promove, há uma maior umidade e o aumento da água armazenada.

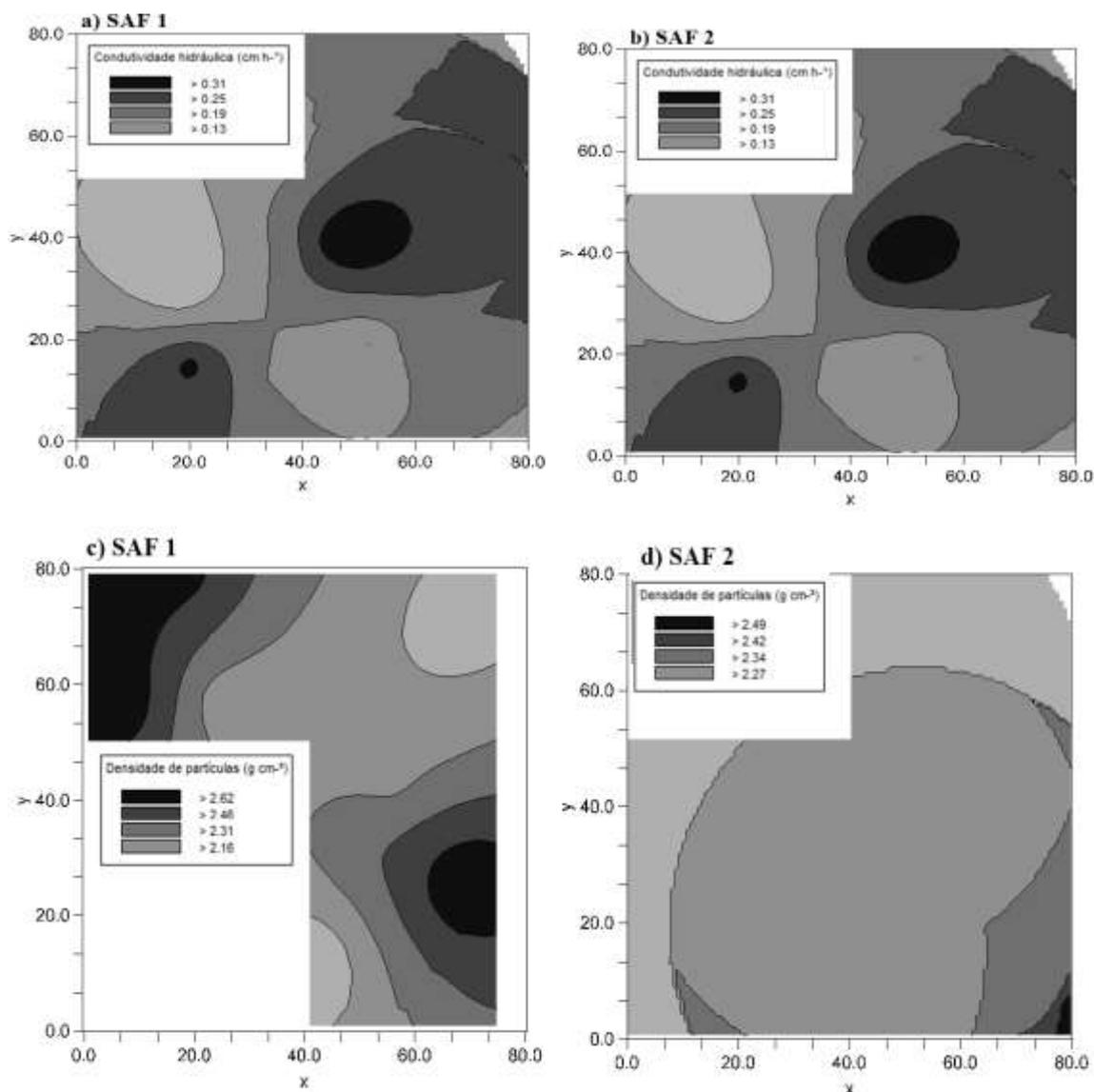
Ambas as áreas obtiveram valores superiores a 4,24 Mpa de RSP, os quais são considerados altos e com algumas restrições ao crescimento radicular, conforme os limites para classes de RSP sugeridos por Reichert et al. (2007). Como constatado por Silveira et al. (2010), Lopes et al.,(2011), Campos et al. (2014) e Sampietro et al., (2015), que as mínimas alterações nos teores de umidade, podem causar grandes variações na RSP.





**Figura 4.** Mapas de krigagem para variáveis (a) SAF1-Umidade volumétrica; (b) SAF2- Umidade volumétrica; (c) SAF1-RSP; (d) SAF2- RSP; (e) SAF1- Densidade do solo e (f) SAF2- Densidade do solo na profundidade de 0,20m. SAF1- Espécies: Eritrina; Jaqueira; Cajazeira; Jenipapeiro e Cacaueiro. SAF2- Espécies: Eritrina; Gliricídia; Cajazeira; Nim indiano e Bananeira.

Os maiores valores de condutividade hidráulica (Figura 5a e 5b) foram constatados no SAF1, estes valores encontrados são atribuídos à maior quantidade de árvores proveniente deste local, bem como pelo período de inserção destas no local, que foram superiores ao período de implantação do SAF2.



**Figura 5.** Mapas de krigagem para variáveis (a) SAF1-Conductividade hidráulica; (b) SAF2- onductividade hidráulica; (c) SAF1-Densidade de partículas e (d) SAF2- Densidade de partículas na profundidade de 0,20m. SAF1- Espécies: Eritrina; Jaqueira; Cajazeira; Jenipapeiro e Cacaueiro. SAF2- Espécies: Eritrina; Gliricídia; Cajazeira; Nim indiano e Bananeira.

Neste sentido, pode-se constatar que com o decorrer dos anos os SAF's contribuem para o aumento da condutividade hidráulica, visto que na deterioração das raízes formam canais, que auxiliam na condução da água em profundidade, promovendo uma maior infiltração, da mesma no perfil do solo (KLEIN et al., 2014).

Quanto ao aporte de serapilheira, verificou-se que o SAF1 apresentou média de 3,77 t/ha, enquanto o SAF2 4,16 t/ha. Esperava-se que o maior aporte de serapilheira fosse do SAF1, visto que, a instalação deste foi anterior a instalação do SAF2. Provavelmente, pode ter contribuído significativamente com elevado aporte de serapilheira no SAF2 é a presença da espécie Bananeira (*Musa acuminata*) na área, uma vez que após a colheita o pseudocaule é cortado e deixado sobre o solo.

A espécie Gliricídia (*Gliricidia sepium*) também pode ter contribuído para o maior aporte de serapilheira, visto que a espécie é introduzida em sistemas agroflorestais devido sua alta capacidade de produzir biomassa como relatado por Marin et al. (2006) após verificar o efeito da Gliricídia em SAF's.

## **CONCLUSÕES**

Verificou-se estrutura de dependência espacial para todos os atributos como forte e para resistência do solo à penetração no SAF 1 como moderada.

O período de implantação do sistema mostrou-se capaz de favorecer os atributos físicos desejáveis, como aumento da condutividade hidráulica.

Os maiores valores de alcance foram observados em todos os atributos físicos do solo, avaliados no SAF 1.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. Sistemas de produção agrossilvipastoril para o semi-árido nordestino. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J. & CARNEIRO, J.C., eds. Sistemas agroflorestais pecuários: Opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora, 2001. p.101-110.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. 1ª ed. Colombo, PR: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 2002 (Documento, 73).

ASABE (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS), **Soil cone penetrometer**, St, Joseph: ASAE standard S313,3, p, 3, 2013.

CAMPOS, M.C. C.; SOARES, M. D. R.; AQUINO, R. E.; SANTOS, L.A. C.; MANTOVANELLI, B. C. Distribuição espacial da resistência do solo à penetração e teor de água do solo em uma área de agrofloresta na região de Humaitá, AM. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 4, p. 509-517, 2014.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Revista Pesquisa Agropecuária**, v. 39, n. 11, p. 51-55, 2004.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A.V; PEREIRA, G.; BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, p. 1013-1021, 2004.

DA SILVA., G. F.; SANTOS, D.; DA SILVA, A. P.; DE SOUZA, J.M. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, 2015.

DE OLIVEIRA, D. G.; DOS REIS, E.F.; MEDEIROS, J.C.; MARTINS, M.P.O.; UMBELINO, A.S. Correlação espacial de atributos físicos do solo e produtividade de tomate industrial. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2017.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Influência do manejo do solo na infiltração de água. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 3915-3925, 2014.

LIMA, J. S.S.; SOUZA, G. S.; SILVA, S. A. amostragem e variabilidade espacial de atributos químicos do solo em área de vegetação natural em regeneração. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 127-136, 2010.

LIMA, J.S.S.; OLIVEIRA, P.C.; OLIVEIRA, R.B.; XAVIER, A.C. Métodos geoestatísticos no estudo da resistência do solo à penetração em trilha de tráfego de tratores na colheita de madeira. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.931-938, 2008.

LOPES, E.S.; SAMPIETRO, J. A., LOMBARDI, K. C. DIAS, A. N. Avaliação da umidade na compactação do solo submetido ao tráfego de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.659-667, 2011.

MARIN, A. M. P.; MENEZES, R.S.C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E.V.S.B. Effects of *Gliricidia sepium* on soil nutrients, microclimate and maize yield in an agroforestry system in semi-arid Paraiba, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 555-564, 2006.

MASCARENHAS, A. R. P.; SCCOTI, M. S. V.; MELO, R. F. L. O.; SOUZA, E. F. M.; ANDRADE, R. A.; BERGAMIN, A. C.; MÜLLER, M. W. Atributos físicos e estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-Occidental. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p. 19-27, 2017.

MCGRATH, D. A.; COMERFORD, N. B.; DURYEYEA, M. L. Litter dynamics and monthly fluctuations in soil phosphorus availability in an Amazonian agroforest. **Forest Ecology and Management**, v. 131, n. 1-3, p. 167-181, 2000.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. **Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 1149-1159, 2003.

NEGASH, M.; KANNINEN, M. Modeling biomass and soil carbon sequestration of indigenous agroforestry systems using. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 203, p. 147-155, 2015.

PAGLIAI, M. et al. Changes in some physical properties of a clay soil in Central Italy following the passage of rubber tracked and wheeled tractors of medium power. **Soil and Tillage Research**, v. 73, n. 1-2, p. 119-129, 2003.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ci. Amb**, v. 27, p. 29-48, 2003.

REICHERT, J. M.; SUZUKI L. E. A. S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Revista Tópicos Ciência do Solo**, v. 5, p.49-134, 2007.

SAMPIETRO, J. A.; LOPES, E. S.; REICHERT, J. M. Compactação causada pelo tráfego de *feller buncher* e *skidder* em um neossolo regolítico sob distintas umidades. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 239-248, 2015.

SANTI, L. A.; FIORIN, J. E.; COCCO, K. L. T.; CHERUBIN, M. R.; EITELWEIN, M. T.; AMADO, T. J. C.; HAUSCLID, F. E. G. Distribuição horizontal e vertical de fósforo e potássio em área manejada com ferramentas de agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, p. 18-25, 2012.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353 p.

SILVA, D. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SOUZA, F.; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de Estudos Ambientais**. 13: 77-86, 2011.

SILVEIRA, D. C.; MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 659-667, 2010.

SOUZA, Z. M.; JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica em solos de relevos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 491-499, 2004.

TEIXEIRA, Paulo César et al. Manual de Métodos de Análise de Solo. **Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2017.

UCHÔA, Cleilson Nascimento et al. Modelagem geoestatística da sigatoka-negra e sua relação com a fertilidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 3, 2011.

VIEIRA, J.M.; ROMERO, R.E.; FERREIRA, T.O.; ASSIS JÚNIOR, R.N. de. Contribuição de material amorfo na gênese de horizontes coesos em Argissolos dos Tabuleiros Costeiros do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.623-632, 2012.

ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. 2001. 114f. Tese (Livre-Docência em Levantamento do solo e Fotopedologia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.