

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**TENDÊNCIAS NAS PESQUISAS SOBRE INDICADORES DE
QUALIDADE DO SOLO: UMA ABORDAGEM CIENCIOMÉTRICA.**

Lara Cristina Rodrigues Ribeiro

**ANÁPOLIS-GO
2018**

LARA CRISTINA RODRIGUES RIBEIRO

**TENDÊNCIAS NAS PESQUISAS SOBRE INDICADORES DE
QUALIDADE DO SOLO: UMA ABORDAGEM CIENCIOMÉTRICA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. M. Sc. Thiago Rodrigues Ramos Farias

**ANÁPOLIS-GO
2018**

Ribeiro, Lara Cristina Rodrigues

Tendências na pesquisa sobre indicadores de qualidade do solo: uma abordagem
cienciométrica./ Lara Cristina Rodrigues Ribeiro. – Anápolis: Centro Universitário de
Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2018.

Número de páginas 25.

Orientador: Prof. M. Sc. Thiago Rodrigues Ramos Farias

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de
Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2018.

1.Cienciometria 2. Edafologia 3. Ciência do solo I. Lara Cristina Rodrigues Ribeiro. II.
Tendências na pesquisa sobre indicadores de qualidade do solo: uma abordagem
cienciométrica.

CDU 504

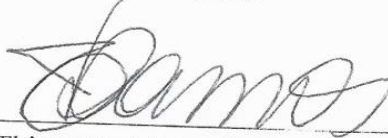
LARA CRISTINA RODRIGUES RIBEIRO

**TENDÊNCIAS NAS PESQUISAS SOBRE INDICADORES DE
QUALIDADE DO SOLO: UMA ABORDAGEM CIENCIOMÉTRICA.**

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.
Área de concentração: Fitotecnia

Aprovada em: 12 de Dezembro de 2018

Banca examinadora



Prof. Me. Thiago Rodrigues Ramos Farias
UniEvangélica
Presidente



Profª. Drª. Clistiane dos Anjos Mendes
UniEvangélica



Engº. Agrº. Emanuel Pinheiro de Faria
CREA 20207/D-GO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois ele é a razão de tudo, sem ele nada seria possível.

A meus pais, Maria Lúcia e Antônio Tomaz, pelo incentivo, compreensão e apoio em todos os sentidos.

A meus amigos Guilherme Santiago, Luana Divina, Rodrigo Caixeta, Viviane Damasceno, pelo companheirismo durante a jornada acadêmica.

A todo o corpo docente da UniEVANGÉLICA, em especial ao professor Thiago Rodrigues pela orientação paciência e disponibilidade.

“Dei graças por todas as coisas, e essa é vontade de Deus em Cristo Jesus”.

1ª Tessalonicenses 5:18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. INDICADORES FÍSICOS	9
2.2. INDICADORES QUÍMICOS.....	10
2.3 INDICADORES BIOLÓGICOS	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

RESUMO

O uso intensivo de insumos agrícolas, aliado a práticas de manejo e fatores climáticos, pode afetar de maneira significativa a qualidade do solo, que é definida como a capacidade que este tem de desempenhar suas funções básicas no sistema de produção. Para se avaliar a qualidade do solo podem ser usados os indicadores de qualidade do solo que são propriedades quantitativas ou qualitativas do solo que permitem além da sua caracterização, avaliar, acompanhar, e prever possíveis alterações ocorridas em um dado ambiente. Esses indicadores de qualidade do solo podem ser classificados em: físicos, químicos e biológicos. Diante disso objetivou-se desenvolver a análise cienciométrica nos estudos publicados nas bases de dados mais acessadas no Brasil sobre uso de indicadores de qualidade do solo, levantando o principal grupo de indicadores de qualidade adotados nas pesquisas. Para a produção da análise cienciométrica, realizaram-se pesquisas nos meses de agosto e setembro de 2018, na base de dados de toda rede SCIELO (Scientific Electronic Library On Line), no Google Scholar (apenas artigos publicados) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), nas quais foram utilizados os termos qualidade do solo com as seguintes palavras-chave: biológicos, físicos, químicos e indicadores. Foram coletadas as seguintes informações: (i) Ano de publicação dos artigos encontrados dentro do objetivo deste trabalho; (ii) Periódico em que o artigo foi publicado; (iii) Primeiro autor do artigo encontrado; (iv) Resultados estatisticamente positivos indicadores e qualidade do solo; (v) Diferentes indicadores de qualidade utilizados nas metodologias das pesquisas; (vi) Resultados sobre níveis de evolução na qualidade do solo; (vii) Estado brasileiro no qual o experimento foi desenvolvido. Após a realização da coleta de artigos e informações, utilizou-se da metodologia estabelecida por Cooper (2016) para realizar a meta-análise estatística, e assim verificar características sobre os estudos relacionados aos indicadores de qualidade do solo mais utilizados. Os resultados mostraram que os trabalhos sobre indicadores de qualidade do solo se concentraram nos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo, compondo 42,85% das publicações, e que os indicadores físicos são os mais utilizados nas pesquisas para aferir a qualidade do solo, sendo 39,29% do total de artigos levantados.

Palavras-chave: Cienciométrica, edafologia, manejo do solo.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna é caracterizada pelo uso intenso de insumos, como a irrigação, fertilizantes químicos, inseticidas, herbicidas, mecanização entre outros. Essas práticas de manejo juntamente com os fatores climáticos, são responsáveis por alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, além de afetar a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade (FERREIRA et al., 2015). Tais alterações podem afetar de modo direto importantes características do solo, como sua estrutura, sua atividade biológica, e conseqüentemente sua fertilidade, acarretando assim perda de qualidade do solo e queda na produtividade das culturas (DE-POLLI, PIMENTEL, 2006).

O preparo de solo pelo modelo convencional utiliza do revolvimento do solo através do uso de implementos agrícolas através de operações de gradagem e aração. Este procedimento incorpora os materiais vegetais e logo pode causar perdas na qualidade estrutural dos solos, diminuir teor de matéria orgânica e ainda pode ficar propenso a erosão superficial e sofrer com compactação (LISBOA et al., 2012).

A Qualidade do solo (QS) pode ser definida como a capacidade do solo em desempenhar suas funções de forma plena. Entre elas estão a de operar como meio de crescimento vegetal, absorver estocar e reciclar água e nutrientes e energia, degradar compostos ofensivos ao meio ambiente, entre outros. A QS de maneira resumida pode ser entendida como a sua aptidão em manter a produção vegetal de forma sustentável. Diante disso a QS é a associação das características físicas químicas e biológicas do solo, as quais o tornam apto a realizar suas funções de maneira plena (VEZANI; MIELNICZUK, 2009). Pezarico et al. (2013) define a qualidade do solo como a sua capacidade de funcionar de acordo com os limites do ecossistema, de forma a manter a produtividade biológica assegurando qualidade do ar, da água, além de melhorar a saúde de plantas e animais.

As características de um solo podem ser avaliadas a partir de um conjunto de indicadores denominados indicadores de qualidade do solo. Os indicadores de qualidade do solo são propriedades quantitativas ou qualitativas do solo que permitem a sua caracterização e a partir disso, avaliar, acompanhar e prever possíveis alterações ocorridas em um dado ambiente. Para a mensuração são utilizados como parâmetros valores ou atributos de um solo sem a interferência humana, ou valores considerados como sendo ideais. Geralmente os indicadores de qualidade do solo são classificados em: físicos, químicos e biológicos (VICENTE, ARAÚJO., 2013).

Para uma avaliação coerente, se faz necessário o uso de indicadores que sejam de fácil utilização, aplicáveis em diferentes escalas, abrangentes a diferentes ambientes, e que levem em consideração as diferentes formas de manejo. Além disso, é desejável a esses indicadores a praticidade que permita a utilização e reprodução por pesquisadores, extensionistas, ecologistas, dentre outros de forma ampla em situações ecológicas e socioeconômicas diversas (ARAÚJO et al., 2012).

Diante disso objetivou-se desenvolver a análise cienciométrica nos estudos publicados nas bases de dados mais acessadas no Brasil sobre uso de indicadores de qualidade do solo, levantando o principal grupo de indicadores de qualidade adotados nas pesquisas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. INDICADORES FÍSICOS

A qualidade física de um solo é de grande importância para a sustentabilidade do sistema, pois as propriedades físicas estão diretamente envolvidas em processos importantes como suporte a planta através do sistema radicular, armazenagem e fornecimento de água e nutrientes, trocas gasosas, e as atividades biológicas (ARAÚJO et al., 2012).

Os indicadores de qualidade física dos solos têm sido bastante utilizados por ser de fácil determinação e um custo considerado baixo para a obtenção de medidas. Podem ser usados na comparação de sistemas de manejo e uso do solo, efeito da transformação de áreas naturais em áreas de produção agrícola entre outros (MARCHÃO et al., 2007).

Quando se trata das atividades agrícolas, os indicadores físicos são de grande relevância pelo fato de estarem intimamente relacionados com os processos de dinâmica da água no solo, como por exemplo, infiltração, drenagem e escoamento superficial. Além disso são essenciais nos processos de suprimento e armazenamento de água, nutrientes e oxigênio no solo. Quanto a classificação os atributos físicos do solo podem ser classificados como intermediários e permanentes. Os intermediários são aqueles que se alteram de acordo com o manejo que o solo é submetido como densidade, compactação, aeração e agregação. Já os permanentes são aqueles que são inerentes ao próprio solo, usados para sua classificação, como textura, mineralogia e cor (STEFANOSKI et al., 2013).

A partir do conceito que as propriedades dos solo são interdependentes, de modo que ao alterar uma delas geralmente outras também podem sofrer alterações, e levando em consideração a dificuldade para a obtenção dos valores, os indicadores de qualidade física do solo podem ser divididos em (a) primários: são de fácil mensuração, alcançado através de medidas diretas obtidas em campo ou laboratório e (b) secundários: que geralmente são derivados dos dados primários porém, necessitam de conversão estatística, o que torna a obtenção e interpretação de resultados mais difícil e trabalhosa (Tabela 1) (STEFANOSKI et al., 2013).

TABELA 1 - Principais atributos de solos utilizados como indicadores físicos primários e metodologias para sua obtenção.

Atributos do Solo	Metodologia
Densidade do Solo	Método do anel volumétrico
Resistência a penetração	Método do penetrômetro (índice de cone)
Agregação <2mm	Separação por peneiramento úmido
Textura	Método da pipeta ou densimétrico
Porosidade total	Determinada a partir da umidade de saturação; e pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas
Infiltração	Método do infiltrômetro de anéis
Condutividade hidráulica saturada	Método do permeâmetro de carga constante (laboratório) ou permeâmetro de Ghelph (campo)

Fonte: Adaptado de Stefanoski et al., 2013.

2.2. INDICADORES QUÍMICOS

O tipo manejo adotado nos solos podem manter, melhorar ou até mesmo piorar seus atributos químicos, de modo a interferir de maneira direta na sua capacidade produtiva. Por exemplo, o uso intenso de insumos químicos pode causar aumento na quantidade de metais pesados disponíveis as plantas o que tem gerado preocupação devido as possíveis consequências ambientais e a saúde humana (MORAIS et al., 2015).

TABELA 2: Principais indicadores químicos e metodologia de avaliação.

Indicadores Químico	Método
pH	Medidor: papel ou peagâmetro
Carbono Orgânico	Digestão úmida com dicromato de potássio e ácido sulfúrico
CTC efetiva	Cáculo CTC = SB+(H+Al)
Nitrogênio do solo	N = MOx0.05
Nutrientes disponíveis para as plantas	K e P - Mehlich 1 ; Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ - KCl 1M
Condutividade elétrica e sais solúveis totais	Condutivímetro CE

Fonte: Adaptado Gomes e Filizola 2006.

Os indicadores químicos de qualidade do solo são de importância em estudos tanto agronômicos quanto ambientais. Podem ser classificados em: i) aqueles que indicam processos ou comportamento do solo; ii) aqueles que dizem respeito a capacidade de troca de íons; iii) os que apontam as necessidades nutricionais da cultura; iv) aqueles que mostram sinais de poluição ou contaminação presentes no solo (GOMES; FILIZOLA., 2006).

2.3 INDICADORES BIOLÓGICOS

A qualidade do solo pode ser definida como a sua capacidade em promover a saúde animal e vegetal, sustentar as atividades biológicas, dentro de um ecossistema mantendo a qualidade ambiental. Um dos métodos de aferir a qualidade do solo é através dos indicadores biológicos, através dos microrganismos presentes no solo, uma vez que esses indicam natureza dinâmica, e são facilmente afetados pelo manejo inadequado empregado no solo (SAMPAIO et al., 2007).

Por exemplo, os atributos microbiológicos vêm sendo utilizados para indicar poluição do solo e do ambiente, cujo objetivo é aferir a ação de elementos contaminante derivados de insumos químicos, resíduos orgânicos e do manejo do solo, acerca das atividades e comunidades biológicas existentes no solo. Os microrganismos estão intimamente ligados as propriedades físicas e químicas do solo, além disso, são encarregados de realizar diversos processos biológicos e bioquímicos no solo (SUSZEK et al., 2012).

São exemplos de indicadores microbiológicos da qualidade do solo a biomassa e a respiração basal. Pode ser definida biomassa microbiana do solo a parte viva da matéria e tem importantes funções na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e fluxo de energia. Dessa forma sua avaliação proporciona informações importantes nas alterações biológicas em função do manejo adotado (KUMMER et al., 2008).

A respiração microbiana é avaliada através da liberação de CO₂, é classificada em respiração basal e respiração induzida pelo substrato. Sua medição indica de forma indireta a velocidade de decomposição da matéria orgânica ou de algum material adicionado ao solo. Este método é o mais utilizado para estimar a atividade metabólica nos solos (BRITO et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para produzir a análise cienciométrica, realizaram-se pesquisas nos meses de agosto e setembro de 2018, na base de dados de toda rede SCIELO (Scientific Eletronic Library On Line), no Google Scholar (apenas artigos publicados) e no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As buscas ocorreram associando os termos qualidade do solo com as seguintes palavras chave: biológicos, físicos, químicos e indicadores. A busca teve o objetivo de encontrar artigos que envolvessem pesquisas abrangentes sobre qualidade do solo.

Não foi estabelecida a delimitação temporal, visto que o foco do trabalho foi bastante objetivo. Portanto, não houve expectativa de filtrar um volume grande de artigos. Os termos também foram procurados no título, resumo ou palavras-chave dos artigos. Utilizou-se asterisco depois de cada termo para que a busca fosse feita com palavras no singular e plural, assim como as formas variantes.

Para a realização desse trabalho, as seguintes variáveis respostas foram coletadas: (i) Ano de publicação dos artigos encontrados dentro do objetivo deste trabalho; (ii) Periódico em que o artigo foi publicado; (iii) Primeiro autor do artigo encontrado; (iv) Resultados estatisticamente positivos indicadores e qualidade do solo; (v) Diferentes indicadores de qualidade utilizados nas metodologias das pesquisas; (vi) Resultados sobre níveis de evolução na qualidade do solo; (vii) Estado brasileiro no qual o experimento foi desenvolvido. Com estas variáveis, foi possível mensurar características sobre os diferentes indicadores, seu impacto sobre qualidade do solo, e os efeitos do mesmo na dinâmica do solo.

Após a coleta de artigos e informações, primeiro utilizou-se da metodologia estabelecida por Cooper (2016) para realizar a meta-análise estatística. Onde o resultado indica apenas a direção das informações encontradas na pesquisa, possibilitando computar a quantidade de resultados estatisticamente significativos para o efeito benéfico ou o oposto da hipótese. Calcularam-se também informações básicas da estatística descritiva da amostra: a) Medidas de tendência central: moda, média e mediana; e, b) Medidas de dispersão: valores mínimos e máximos, desvio-padrão e variância.

A Tabela 3 compõe parte do estudo retratado por Figueiredo Filho et. al (2014), que discutiu sobre a metodologia mais adequada para o teste paramétrico sobre pesquisas independentes. Conforme este estudo, a metodologia mais adequada para analisar as é aquela proposta por Cooper (2016), denominada Teste Z.

TABELA 3 - Descrição da metodologia adotada no teste Z para análise paramétrica entre as diferentes pesquisas publicadas em artigos científicos encontrados nas bases de dados SCIELO, Google Scholar e Periódicos Capes sobre indicadores de qualidade do solo.

Metodologia de Teste	Descrição	Fórmula
Cooper (2016)	Utiliza apenas a direção dos achados de pesquisa, estimando em que medida o resultado acumulado poderia ter ocorrido por chance. Np representa a quantidade de achados na direção esperada e N representa o total de achados (ambas as direções).	$Z_c = \frac{(Np) - (\frac{1}{2}N)}{\frac{1}{2}\sqrt{N}}$

Com as variáveis coletadas e a meta-análise estatística, verificaram-se características sobre os estudos relacionados aos indicadores de qualidade do solo mais utilizados, dentro da base de dados da rede SCIELO, Periódicos CAPES e Google Scholar. Identificando dentro do assunto deste trabalho: título, periódico em que foi publicado, primeiro autor, ano, estado, metodologia, indicadores químicos, físicos e biológicos correlacionados com a evolução positiva da qualidade do solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As discussões de informações geradas através de análise cienciométrica e aplicação da meta-análise ainda são escassas na pesquisa científica em ciências agrárias. No âmbito das pesquisas agropecuárias, o volume de revisões estruturadas com base nesses métodos é mais restrito, quando se comparam com demais ramos da ciência. Portanto, as informações seguintes serão apresentadas e discutidas entre si, disponibilizando um panorama geral e conclusões objetivas a respeito do uso de indicadores de qualidade do solo na pesquisa científica.

As primeiras informações apresentadas e discutidas são ano de publicação, periódico e primeiro autor (Tabela 4). Enquanto as informações a respeito da unidade da federação na qual as pesquisas foram desenvolvidas, estão expressas na Figura 2. Essas informações permitem levantar dados sobre concentração das pesquisas nos periódicos, frequência das pesquisas nos estados brasileiros, concentração temporal dos dados publicados e principais autores que abordam o tema no universo científico consultado através das bases de dados indicadas na metodologia.

Tabela 4: Ano de publicação, periódico e primeiro autor dos artigos científicos encontrados nas bases de dados SCIELO, Google Scholar e Periódicos Capes sobre indicadores de qualidade do solo.

Nº	Periódico	Ano de Publicação	Primeiro Autor
1	Revista Bras. Ci. Solo	2008	Cassio Antonio Tormena
2	Revista Bras. Ci. Solo	2013	Jonez Fidalski
3	Revista Bras. Ci. Solo	2009	Eduardo Costa Severiano
4	Revista Ceres	2013	Rafael Montanari
5	REVENG	2013	Jardênia Rodrigues Feitosa
6	Revista Bras. Ci. Solo	2015	Jaedson Claudio A. Mota
7	Revista Bras. Ci. Solo	2005	Herdjania Veras de Lina
8	Revista Agro@ambiente	2017	Jaedson Claudio A. Mota
9	Revista Bras. Ci. Solo	2015	Sálvio N. Soares Arcoverde
10	REVENG	2011	Elisandro Paulo Pickler
11	REVENG	2010	Jorge Wilson Cortez
12	Revista Agrarian	2012	Martios Ecco
13	Revista Ciência Agrônômica	2015	Rafael Pereira Sales
14	Revista Bras. De Eng. Agri. e Amb.	2013	Lorraine do N. Farias
15	Revista Bras. De Eng. Agri. e Amb.	2012	Cristiane F. G. da Costa

16	Pesq. Agropec. Bras.	2007	Robélio Leandro Marchão
17	Revista Bras. De Eng. Agri. e Amb.	2013	Rafael Fuentes-Llanillo
18	Revista de Geografia da UFC	2015	Adriana Aparecida Silva
19	Revista Bras. Ci. Solo	2007	Marlene Cristina Alves
20	Revista Bras. Ci. Solo	2007	Jonez Fidalski
21	Ciência Rural	2007	Jonez Fidalski
22	Revista Bras. De Eng. Agri. E Amb.	2012	Luís F. Stone
23	Revista Caatinga	2012	Raniere Barbosa de Lira
24	Revista Bras. Ci. Solo	2009	Rossini Mattos Corrêa
25	Revista Bras. De Eng. Agri. e Amb.	2015	Elis R. C. de Moraes
26	Revista Bras. Ci. Solo	2003	L. F. C. Leite
27	Revista Bras. Ci. Solo	2007	Otacílio José Passos Rangel
28	Semina: Ciências Agrárias	2013	Giovana Cristina M. P. Vicente
29	Ciência Rural	2009	Ana Paula Moreira Rovedder
30	Revista Bras. De Eng. Agri. e Amb.	2007	Gilberto Colodro
31	Revista Bras. Ci. Solo	2015	Danni Maisa da Silva
32	Ciêc. Agrotec.	2008	Deusiane Batista Sampaio
33	Revista Ambiente & Água	2012	Ericléia Bueg Suszek
34	Semina: Ciências Agrárias	2012	Guilherme Augusto R. Angelini
35	Biosci. J.	2007	Ademir Sérgio F. de Araújo
36	Semina: Ciências Agrárias	2012	Cristiano Ramos Evangelista
37	Ciênc. Agrotec.	2009	Mônica Lima Pôrto
38	Horticultura Brasileira	2007	Pedro José Valarini
39	Revista Bras. Ci. Solo	2007	Renato Ribeiro Passos
40	Pesq. Agropec. Bras.	2009	Evaldo Luis Cardoso
41	Scientia Agraria	2008	Larissa Kummer
42	Revista Ciência Agronômica	2012	Romero Francisco V. Carneiro
43	Revista Ambiente & Água	2015	Camila Silva Borges
44	Revista Bras. Ci. Solo	2007	José Fernandes de Melo Filho
45	Revista Bras. De Eng. Agri e Amb.	2015	Débora C. Marchini
46	Revista Bras. Ci. Solo	2007	Telmo Jorge Carneiro Amado
47	Revista Bras. Ci. Solo	2010	César Gustavo de Rocha Lima
48	Revista Caatinga	2010	Fabício Tomaz Ramos
49	Revista Bras. Ci. Solo	2007	Guilherme Montandon Chaer
50	Pesq. Agropec. Bras.	2016	Letícia Silva de Almeida
51	Pesquisa Agropec. Tropical	2008	Marco Aurélio Carbone Carneiro
52	Revista Bras. Ci. Solo	2009	Marco Aurélio Carbone Carneiro
53	Revista Bras. De Eng. Agri. e Amb.	2012	Luciano N. de A. e Moura
54	Revista Bras. Ci. Solo	2007	Herdjania Veras de Lina
55	Revista Bras. Ci. Solo	2015	Maurício Roberto Cherubin
56	Revista Caatinga	2015	Gerônimo Ferreira da Silva

A Revista Brasileira de Ciência do Solo representa uma parcela de 35,71% dos artigos que foram publicados e catalogados pelo presente estudo. Esta representatividade está associada ao escopo editorial do periódico, visto que busca divulgar resultados que foram o objetivo de classificação dessa revisão sistematizada. Adicionalmente, entende-se que a qualidade das publicações refletida no *Qualis* da revista, é outro atrativo para que pesquisadores de qualidade do solo busquem esse periódico.

Quanto aos autores encontrados, não houve concentração modal que justificasse análise descritiva modal. Cabe comentar que a distribuição não foi normal, sem presença de *outliers*.

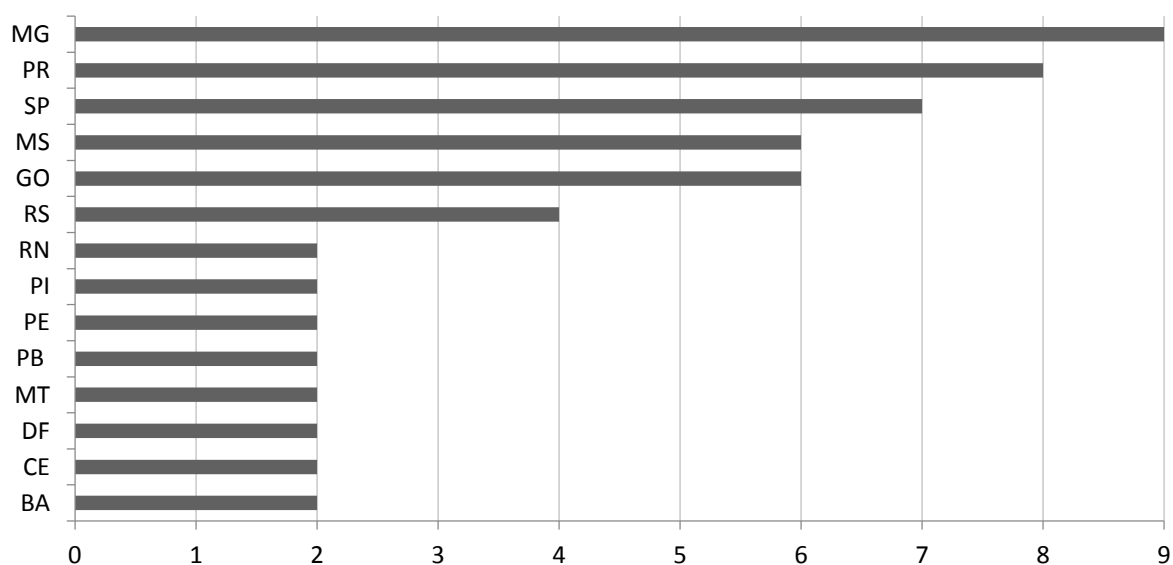


FIGURA 1: Quantidade de registros de pesquisa publicada em artigos científicos encontrados nas bases de dados SCIELO, Google Scholar e Periódicos Capes sobre indicadores de qualidade do solo, por unidade da federação.

Os estados com maior representatividade são aqueles que apresentam vocação agrícola e instituições de pesquisa desenvolvidas no setor agropecuário. Encontrou-se uma concentração de 71,42% para os estados da região centro sul do País, com destaque para Minas Gerais, Paraná e São Paulo que apresentaram nove, oito e sete pesquisas desenvolvidas, respectivamente.

As principais universidades de ciências agrárias estão localizadas nos estados da região centro-sul. Assim como encontram-se centros de pesquisa da Embrapa na mesma região. No que se refere à MG, ressalta-se que duas entre as quatro principais universidades de agronomia estão sediadas nesse estado: Universidade Federal de Viçosa e Universidade

Federal de Lavras, além da Universidade Federal de Minas Gerais que contribui significativamente para a pesquisa agropecuária na região sudeste do Brasil.

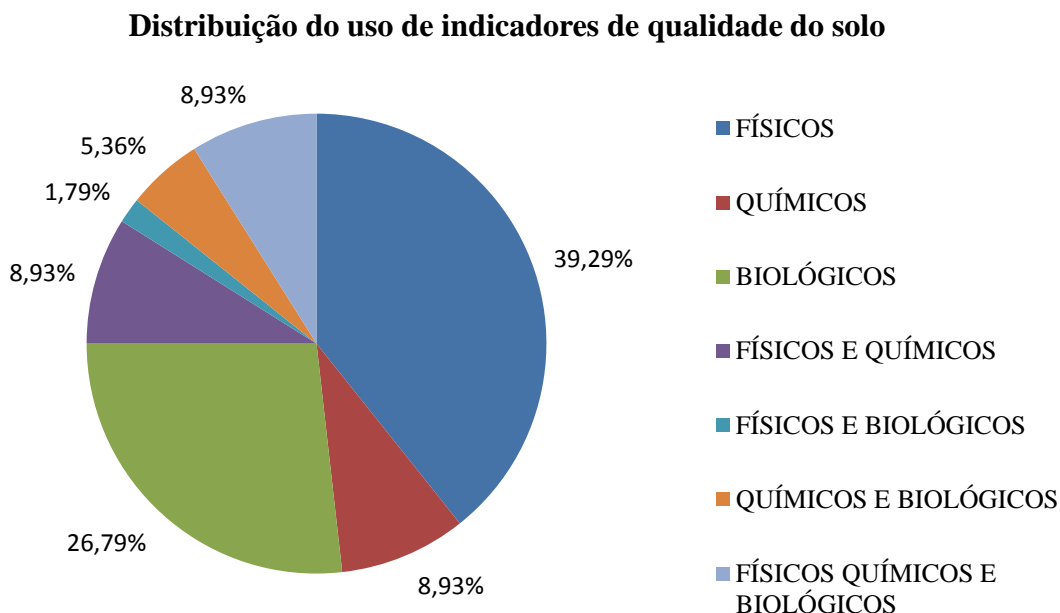


FIGURA 2: Gráfico de distribuição do uso de indicadores de qualidade do solo conforme os artigos científicos encontrados nas bases de dados SCIELO, Google Scholar e Periódicos Capes.

De acordo com a análise dos artigos levantados neste estudo observa-se que os indicadores de físicos são os mais estudados entre os artigos levantados (39,29%), seguido pelo biológico (26,79%). Os atributos físicos são os mais fáceis de realizar por isso destacam-se entre os mais estudados. De acordo com Marchão et al. (2007), os indicadores de qualidade física dos solos tem sido bastante utilizados por ser de fácil determinação e um custo considerado baixo para a obtenção de medidas.

O estudo em indicadores de qualidade de solo físico e biológico é menos utilizado (1,79%). Fatores como dificuldade de realização e execução dos métodos podem estar entre os fatores que reduzem o interesse por este método.

Com relação aos indicadores físicos de qualidade do solo, 60% dos artigos analisados utilizaram métodos que estão relacionados com a compactação, sendo eles: densidade do solo, resistência a penetração, e porosidade total. Pickler et al. (2012), enfatiza a importância de tais atributos, pois eles revelam se um solo possui condições apropriadas para o desenvolvimento e exploração do sistema radicular, indicando se há problemas de compactação.

Cerca de 60% dos artigos que avaliaram atributos químicos, usaram carbono orgânico, ph, e nitrogênio do solo, como indicadores químicos para aferir a qualidade do solo. Tais atributos, são afetados de modo significativo pela forma de exploração e manejo do solo.

A biomassa microbiana, respiração do solo, e atividade enzimática do solo, foram os indicadores biológicos comumente utilizados nos artigos levantados. Definida como o componente vivo da matéria orgânica do solo, a biomassa microbiana controla importantes funções no solo, como a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica. A respiração do solo é frequentemente utilizada para quantificar a atividade microbiana no solo, sendo sensível a possíveis estresses e distúrbios sofridos pelo solo. Por último a atividade enzimática se apresenta como um claro indicador de mudanças na qualidade do solo e pode ser utilizada, por exemplo, para medir a atividade microbiana efeitos de poluentes (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

A estatística baseada em teste Z busca identificar a influência entre variáveis independentes, assim como mensurar a expectativa de resultado com base nos ensaios paramétricos. Nesse contexto, optou-se aplicar a fórmula que indica a direção dos achados de pesquisa, estimando em que medida o resultado encontrado poderia ter ocorrido por ensaio feito, ou futuramente executado.

Na aplicação da referida fórmula, identificou-se que o total de observações foram 56 artigos. Enquanto, em 50 eventos dessa amostra, os indicadores de qualidade do solo apresentaram o resultado esperado, acusaram variações na qualidade do solo. Esse resultado esperado foi avaliado em cada artigo quanto aos resultados estatisticamente positivos para a correlação da alteração na qualidade do solo e o comportamento dos números dos indicadores.

Ao aplicar-se a fórmula, em que $N_p = 56$ e $N = 50$, obtêm-se o resultado igual a aproximadamente 5,87. Esse valor indica a probabilidade de ocorrerem correlações positivas entre variações na qualidade do solo, independente do tratamento aplicado, e as respostas dos indicadores. A limitação desta metodologia está no fato de que as variáveis independentes podem apresentar viés, em função da qualidade dos estudos paramétricos em campo.

Entende-se que variáveis independentes nos ensaios de pesquisa de campo devem apresentar baixa correlação. Entretanto, considera-se que nesta revisão sistematizada, o comportamento da resposta de diferentes fontes de variação e a evolução na qualidade do solo estudado deverá apresentar dependência elevada, para que o parâmetro seja considerado indicador de qualidade do solo.

5. CONCLUSÃO

No presente estudo observou-se que as informações presentes nos trabalhos sobre indicadores de qualidade do solo se concentram nos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo, compondo 42,85% das publicações que foram utilizadas para a análise cienciométrica.

Os indicadores físicos são os mais utilizados nas pesquisas para aferir a qualidade do solo, sendo 39,29% do total de artigos levantados. Os principais indicadores físicos de qualidade do solo adotados nas pesquisas são: densidade do solo, resistência à penetração e porosidade total.

Concluiu-se que para cada evento que apresente correlação negativa, há probabilidade de ocorrência da correlação positiva na proporção 1:5,87.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. Silva et al. Indicadores de qualidade do solo em cultivos irrigados de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1539-1547, 2016.

ALVES, Marlene Cristina; SUZUKI, Luis Gustavo Akihiro Sanches; SUZUKI, Luiz Eduardo Akiyoshi Sanches. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 617-625, 2007.

AMADO, Telmo Jorge Carneiro et al. Qualidade do solo avaliada pelo " Soil Quality Kit Test" em dois experimentos de longa duração no Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de ciencia do solo**. Campinas. Vol. 31, n. 1 (jan./fev. 2007), p. 109-121, 2007.

ANUNCIATO MOTA, Jaedson Cláudio; LEITE DE ALENCAR, Thiago; DE ASSIS JÚNIOR, Raimundo Nonato. Alterações físicas de um Cambissolo cultivado com bananeira irrigada na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, 2015.

BÜERG SUSZEK, E., FORTES NETO, P., PERONDI FORTES, N. L., DE ARAÚJO MARIANO DA SILVA, E. M., BRAMBATTI, F., SILVA, C. R., DONIZETI PATROCINIO, D. Atributos microbianos do solo fertilizado com composto de lodo de esgoto. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 2, 2012.

BÜERG SUSZEK, Ericléia et al. Atributos microbianos do solo fertilizado com composto de lodo de esgoto. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 2, 2012.

CARBONE CARNEIRO, Marco Aurélio et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 33, n. 1, 2009.

CARDOSO, Evaldo Luis et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 44, n. 6, p. 631-637, 2010.

CARNEIRO, Marco Aurélio Carbone et al. **Atributos bioquímicos em dois solos de cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso**. 2008.

CARNEIRO, Romero Francisco Vieira et al. Fungos micorrízicos arbusculares como indicadores da recuperação de áreas degradadas no Nordeste do Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 648-657, 2012.

CHERUBIN, Maurício Roberto et al. Qualidade física, química e biológica de um Latossolo com diferentes manejos e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 39, n. 2, 2015.

COLODRO, Gilberto et al. Atividade microbiana em um Latossolo degradado tratado com

lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 195-198, 2007.

CORTEZ, Jorge Wilson et al. Métodos multivariados na avaliação dos atributos físicos do solo na cafeicultura irrigada. **Revista Engenharia Na Agricultura-Reveng**, v. 19, n. 2, p. 132-140, 2011.

COSTA SEVERIANO, Eduardo da et al. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia (GO). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, 2009.

COSTA, E. A., GOEDERT, W. J., DE SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1185-1191, 2006.

DE ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira; MONTEIRO, Regina Teresa Rosim. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, 2007.

DE BRITO, ADJACI DIAS et al. Influência do pó de café coado na respiração microbiana do solo e sua utilização como substrato. **Acta Tecnológica**, v. 5, n. 2, p. 69-83, 2010.

DE LIRA, RANIERE BARBOSA et al. Efeitos dos sistemas de cultivo e manejo da caatinga através da análise dos indicadores químicos de qualidade do solo na produção agrícola em Apodi, RN. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 18-24, 2012.

DE MORAIS, E. R., MAIA, C. E., GAUDÊNCIO, H. R., SOUSA, D. M. Indicadores da qualidade química do solo em áreas cultivadas com mamoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 6, 2015.

DE MORAIS, Elis RC et al. Indicadores da qualidade química do solo em áreas cultivadas com mamoeiro irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 6, 2015.

DE-POLLI, H., PIMENTEL, M. Indicadores de qualidade do solo. Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília: **Embrapa-SCT**, p. 17-28, 2005.

ECCO, Martios; DE CARVALHO, Laércio Alves; FERRARI, Lucas Ponciano. Variabilidade espacial da resistência do solo a penetração em área cultivada com cana-de-açúcar na safra 2008/2009. **Agrarian**, v. 5, n. 17, p. 263-269, 2012.

EVANGELISTA, Cristiano Ramos et al. **Atividade enzimática do solo sob sistema de produção orgânica e convencional na cultura da cana-de-açúcar em Goiás**. 2012.

FARIAS, Lorraine do N. et al. Características morfológicas e produtivas de feijão guandu anão cultivado em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 5, 2013.

FEITOSA, Jardênia Rodrigues et al. Variáveis físicas de argissolo amarelo do semiárido nordestino em função das operações de preparo periódico. **Revista Engenharia Na Agricultura-Reveng**, v. 21, n. 5, p. 456-464, 2013.

FERREIRA DA SILVA, GERÔNIMO., SANTOS, D., PAIVA DA SILVA, ALEXANDRE., MEDEIROS DE SOUZA, J. E. O. R. G. E. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, 2015.

FERREIRA DA SILVA, GERÔNIMO et al. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, 2015.

FIDALSKI, Jonez; TORMENA, Cássio Antonio. Funções de pedotransferência para as curvas de retenção de água e de resistência do solo à penetração em sistemas de manejo com plantas de cobertura permanente em citros. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, 2007.

FIDALSKI, Jonez; TORMENA, Cássio Antonio; ALVES, Sérgio José. Intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distrófico, após o primeiro período de pastejo contínuo de *Brachiaria ruziziensis*, em sistema integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, 2013.

FIDALSKI, Jonez; TORMENA, Cássio Antonio; PIRES DA SILVA, Álvaro. Qualidade física do solo em pomar de laranjeira no noroeste do Paraná com manejo da cobertura permanente na entrelinha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 3, 2007.

FUENTES-LLANILLO, Rafael; GUIMARÃES, Maria de F.; TAVARES FILHO, João. Morfologia e propriedades físicas de solo segundo sistemas de manejo em culturas anuais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 5, p. 524-531, 2013.

GOMES, M. A. F., FILIZOLA, H. F. Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, p. 6, 2006.

KUMMER, L., BARROS, Y. J., SCHÄFER, R. F., DOS SANTOS FERREIRA, A. T., FREITAS, M. P., DE PAULA, R. A., DIONÍSIO, J. A. Respiração e biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de uso. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 559-563, 2008.

KUMMER, Larissa et al. Respiração e biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de uso. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 559-563, 2008.

LEITE, L. F. C. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003.

LIMA, César Gustavo da Rocha et al. Atributos físico-químicos de um Latossolo do cerrado brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 163-173, 2010.

LIMA, Herdjania Veras de et al. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido Cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 1085-1098, 2007.

LIMA, Herdjania Veras de et al. **Tráfego de máquinas agrícolas e alterações de bioporos em área sob pomar de laranja**. 2005.

LISBOA, B. B., VARGAS, L. K., SILVEIRA, A. D. O., MARTINS, A. F., SELBACH, P. A.

Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. **Revista brasileira de ciência do solo**. Viçosa. Vol. 36, n. 1 (jan./fev. 2012), p. 33-44, 2012.

LUIZ, Ana Paula Moreira RovedderI Flávio; DRESCHERII, Foletto EltzII Marta Sandra; ANTONIOLLIII, Ricardo Bergamo SchenatoIII Zaida Inês. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1061-1068, 2009.

MAISA DA SILVA, Danni et al. Indicadores microbiológicos de solo em pastagem com aplicação sucessiva de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, 2015.

MARCHÃO, R. L., BALBINO, L. C., DA SILVA, E. M., DOS SANTOS, J. D. D. G., DE SÁ, M. A. C., VILELA, L., BECQUER, T. Qualidade física de um latossolo vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.

MARCHÃO, Robélio Leandro et al. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.

MARCHINI, Débora C. et al. Matéria orgânica, infiltração e imagens tomográficas de Latossolo em recuperação sob diferentes tipos de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 6, 2015.

MASCHIO PELÁGIO VICENTE, Giovana Cristina; FERNANDO DE ARAUJO, Fabio. Uso de indicadores microbiológicos e de fertilidade do solo em áreas de pastagens. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, 2013.

MATTOS CORRÊA, Rossini et al. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, 2009.

MELO FILHO, José Fernandes de; VASCONCELOS SOUZA, André Leonardo; SILVA SOUZA, Luciano da. Determinação do índice de qualidade subsuperficial em um Latossolo Amarelo Coeso dos Tabuleiros Costeiros, sob floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, 2007.

MONTANARI, Rafael et al. Correlación de la productividad de un forraje con las propiedades físicas de un Ultisol en Aquidauana. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 102-110, 2013.

MONTANDON CHAER, Guilherme; TÓTOLA, Marcos Rogério. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, 2007.

MOTA, Jaedson Cláudio Anunciato et al. Variabilidade espacial dos parâmetros da equação de van Genuchten em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Agro@ Mambiente On-Line**, v. 11, n. 2, p. 92-100, 2017.

MOURA, Luciano N. de AE; LACERDA, Marilusa PC; RAMOS, Maria LG. Qualidade de Organossolo sob diferentes usos antrópicos em áreas de preservação permanente no Distrito

Federal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 1, 2013.

Pezarico, C. R., Vitorino, A. C. T., Mercante, F. M., Daniel, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

PICKLER, Elisandro Paulo et al. Influência da cobertura de inverno nos atributos físicos do solo em culturas de milho e soja sob plantio direto. **Revista Engenharia Na Agricultura-Reveng**, v. 20, n. 1, p. 33-45, 2012.

PÔRTO, Mônica Lima et al. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano Biological indicators of soil quality in different land use systems in paraiban swamp region, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 1011-1017, 2009.

RAMOS, Fabricio Tomaz et al. Indicadores de qualidade em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 112-120, 2010.

RANGEL, Otacílio José Passos; SILVA, Carlos Alberto. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1609-1623, 2007.

RIBEIRO PASSOS, Renato et al. Substâncias húmicas, atividade microbiana e carbono orgânico lábil em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico sob duas coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 31, n. 5, 2007.

ROBLES ANGELINI, Guilherme Augusto et al. Colonização micorrízica, densidade de esporos e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob plantio direto e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 1, 2012.

SALES, Rafael Pereira et al. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 429-438, 2016.

SAMPAIO, D. B., DE ARAÚJO, A. S. F., DOS SANTOS, V. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 353-359, 2008.

SAMPAIO, Deusiane Batista; DE ARAÚJO, Ademir Sérgio Ferreira; DOS SANTOS, Valdinar Bezerra. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas Evaluation of biological indicators of soil quality under conventional and organic fruit farming system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 353-359, 2008.

SILVA BORGES, Camila et al. Agregação do solo, carbono orgânico e emissão de CO₂ em áreas sob diferentes usos no Cerrado, região do Triângulo Mineiro. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 10, n. 3, 2015.

SILVA, Adriana Aparecida; DE CASTRO, Selma Simões. Indicadores macro e micromorfológicos da qualidade física de um latossolo vermelho cultivado com cana-de-

açúcar. Mercator-Revista de Geografia da UFC, v. 14, n. 3, 2015.

SOARES ARCOVERDE, Sálvio Napoleão et al. Qualidade física de solos em uso agrícola na região semiárida do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 5, 2015.

STEFANOSKI, D. C., SANTOS, G. G., MARCHÃO, R. L., PETTER, F. A., & PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 12, 2013.

STONE, Luís Fernando et al. **Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo**. 2013.

TORMENA, Cássio Antonio; FIDALSKI, Jonez; ROSSI JUNIOR, Waldemar. Resistência tênsil e friabilidade de um Latossolo sob diferentes sistemas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, 2008.

VALARINI, Pedro José et al. Análise integrada de sistemas de produção de tomateiro com base em indicadores edafobiológicos. **Horticultura Brasileira**, 2007.

VEZZANI, F. M., MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista brasileira de ciência do solo**. Viçosa. Vol. 33, n. 4 (jul./ago. 2009), p. 743-755, 2009.