

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E  
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

JEFFERSON NUNES DOS SANTOS

VALORES DE REFERÊNCIA GEOQUÍMICOS DO SOLO NOS ESTADOS DO PIAUÍ  
E MARANHÃO: A NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA BRASILEIRA

CASCADEL-PR

Fevereiro/2017

JEFFERSON NUNES DOS SANTOS

VALORES DE REFERÊNCIA GEOQUÍMICOS DO SOLO NOS ESTADOS DO PIAUÍ  
E MARANHÃO: A NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA BRASILEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientador: Prof. Dr. Silvio César Sampaio

Co-orientador: Prof. Dr. Ralpho Rinaldo dos Reis

CASCADEL-PR

Fevereiro/2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Sistema de Bibliotecas – UNIOESTE - Campus Cascavel)

S235v	<p>Santos, Jefferson Nunes dos. Valores de Referência Geoquímicos do Solo nos Estados do Piauí e Maranhão: A Nova fronteira Agrícola Brasileira / Jefferson Nunes dos Santos. --- Cascavel, 2017. 21 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Silvio César Sampaio. Coorientador: Prof. Dr Ralpo Rinaldo dos Reis Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, 2017. Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.</p> <p>1. Elementos traços. 2. Metais pesados. 3. Rio Paraíba. 4. Biomas I. Sampaio, Silvio César. II. Reis, Ralpo Rinaldo dos. III Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 20.ed. 551.9</p>
-------	--

Bibliotecária responsável Rosângela A. A. Silva – CRB 9º/1810

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente à DEUS, por ter colocado pessoas tão especiais ao meu lado, sem as quais certamente não teria dado conta!

Aos meus pais Agenor e Celsa, que no ato de amar os filhos refletem: educação, respeito, dedicação, esforço, trabalho, perseverança, humildade, tranquilidade, paciência, paz... Aos meus irmãos: Jonatas e Jean, parceiros em qualquer situação. Ao meu filho Lucas, “antes de tudo, um forte”. Minha Luz!

À minha companheira constante nesta luta, Susana Couto, que a 3.174 km de distância se fez presente em todos momentos. Também agradeço a Big.

Aos amigos que vou representar por estes da turma: Cleverson, Hudson e Taina. Aos amigos do PGEAGRI, representados por Marcelo, Mariana, Margaret, Marcia, Danielle, Cris, Francielly, Marcus Metri e Kathleen. Muito obrigado a todos! Certeza nos veremos nas redes sociais e a qualquer hora pessoalmente.

Ao programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, e coordenadores, e à secretária Márcia por todo apoio. Aos professores: Ana Tereza, Pitágoras Piana, Roberto Lui, Shirley Martins, e além de professor um amigo Silvio Cesar Sampaio.

Aos outros funcionários: Dona Iva, Regina, Assis, Wilson, Darcy, Edison, Euro e a minha parceira no Piauí, Roseane Galeno.

Enfim, a todos que na UNIOESTE colaboraram com a convivência nesta estada.

Às instituições de educação e fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí - SEMAR, Universidade Federal do Piauí - UFPI, Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF.

Muito obrigado a todos!

## SUMÁRIO

RESUMO e ABSTRACT.....	i.
1. CAPÍTULO 1: Valores de Referência Geoquímicos do Solo nos Estados do Piauí e Maranhão: A Nova Fronteira Agrícola Brasileira	
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22
ANEXO - Normas da revista Engenharia Agrícola para submissão.....	25

**RESUMO:** O estabelecimento de valores de referência geoquímica (GRVs) é necessário para a determinação do estado atual da contaminação do solo e dos sedimentos para evitar avaliações de risco subjetivas e não confiáveis. A Bacia do rio Parnaíba está emergindo como uma das fronteiras agrícolas do Brasil. O objetivo deste estudo é estabelecer GRVs para a Bacia do Alto Rio Parnaíba através de um método integrado, utilizando análises de solo diretas e indiretas. O solo predominante na região é o latossolo amarelo. As amostras de solo foram coletadas em áreas de preservação permanente ao longo do rio Parnaíba. As quantidades de Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb e Zn nas amostras de solo foram medidas usando espectrometria de absorção atômica de chama. As concentrações dos elementos no solo da Bacia do rio Parnaíba seguem a sequência Fe > K > Mg > Na > Mn > Ca > Zn > Pb > Cu > Ni > Co > Cr > Cd. Os dados de concentração de elementos químicos do solo não eram normalmente distribuídos nem independentes; Portanto, era apropriado aplicar métodos estatísticos não paramétricos com base no terceiro quartil para estabelecer os GRVs.

**PALAVRAS-CHAVE:** elementos traços, metais pesados, rio Parnaíba, bioma Cerrado

#### **SOIL GEOCHEMICAL REFERENCE VALUES IN THE PIAUÍ AND MARANHÃO STATES: THE NEW BRAZILIAN AGRICULTURAL FRONTIER**

**ABSTRACT:** The establishment of geochemical reference values (GRVs) is necessary for the determination of the actual state of soil and sediment contamination to avoid subjective and unreliable risk assessments. The Parnaíba River Basin is emerging as one of Brazil's agricultural frontiers. The objective of this study is to establish GRVs for the Upper Parnaíba River Basin via an integrated method using direct and indirect soil analyses. The predominant soil in the region is yellow latosol. Soil samples were collected in permanent preservation areas along the Parnaíba River. The amounts of Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb and Zn in the soil samples were measured using flame atomic absorption spectrometry. The concentrations of the elements in the soil of the Parnaíba River Basin follow the sequence Fe > K > Mg > Na > Mn > Ca > Zn > Pb > Cu > Ni > Co > Cr > Cd. The soil chemical element concentration data were not normally distributed nor independent; therefore, it was appropriate to apply non-parametric statistical methods based on the third quartile to establish the GRVs.

**KEYWORDS:** trace elements, heavy metals, Parnaíba River, Cerrado biome

## **Capítulo 1 - Valores de Referência Geoquímicos do Solo nos Estados do Piauí e Maranhão: A Nova Fronteira Agrícola Brasileira**

Jefferson Nunes dos Santos<sup>1\*</sup>, Silvio César Sampaio<sup>1,3</sup>, Marcelo Bevilacqua Remor<sup>2</sup>, Kathleen Jeniffer Mode<sup>2</sup>, Erikelto Mercante<sup>2</sup>, Ralphe Rinaldo dos Reis<sup>3</sup>, Roseane de Araújo Galeno<sup>4</sup>

Artigo segue as normas da revista Engenharia Agrícola (ANEXO).

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Rua Universitária, 2069, CEP: 85819-110, Cascavel- PR, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Rua Universitária, 2069, CEP: 85819-110, Cascavel- PR, Brasil.

<sup>3</sup> Grupo de Pesquisa em Ciências Agro-Ambientais, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Rua Universitária, 2069, CEP: 85819-110, Cascavel- PR, Brasil.

<sup>4</sup> Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMAR  
Rua 13 de Maio, nº 307 Centro/Norte 5º Andar, Cep: 64001-150 - Teresina-PI

\*E-mail para correspondência: [jefferson16santos@yahoo.com.br](mailto:jefferson16santos@yahoo.com.br)

## **VALORES DE REFERÊNCIA GEOQUÍMICOS DO SOLO NOS ESTADOS DO PIAUÍ E MARANHÃO: A NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA BRASILEIRA**

**RESUMO:** O estabelecimento de valores de referência geoquímicos é indispensável para determinar o estado de contaminação dos solos e sedimentos. Nesse contexto, esta pesquisa busca estabelecer valores de referência geoquímicos no alto da bacia do rio Parnaíba, região nordeste do Brasil, por meio do método integrado que utiliza análises diretas e indiretas do solo. Amostras de solo foram coletadas ao longo do rio Parnaíba. Os elementos Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb e Zn presentes nas amostras de solo foram quantificados por meio de espectrometria de absorção atômica de chama. As concentrações dos elementos químicos no solo possuem variabilidade e dependência espacial, sendo adequada a aplicação de métodos estatísticos não-paramétricos, baseados no terceiro quartil e na mediana, para o estabelecimento dos valores de referência geoquímicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** elementos-traço, metais pesados, solo, rio Parnaíba



## INTRODUÇÃO

Elementos-traço são encontrados em solos e sedimentos, mesmo em locais sem interferência humana. A concentração geogênica desses elementos depende dos processos de intemperismo e das características das rochas de formação do solo (NANOS & RODRÍGUEZ-MARTÍN, 2012). As concentrações geogênicas de elementos químicos são comumente chamadas de valores de referência geoquímicos. Entretanto as atividades antrópicas como mineração, tráfego, agricultura, indústrias, estações de tratamento de águas residuais, aterros de resíduos, entre outras, elevam as concentrações de elementos-traço em solos e sedimentos acima dos valores de referência geoquímicos (HERNÁNDEZ-CRESPO & MARTÍN, 2015). Conhecer os valores de referência geoquímicos faz-se necessário para determinar o real estado de contaminação dos ambientes, e assim, propor medidas de gestão integrada para reduzir possíveis danos à saúde humana e ao meio ambiente.

A dualidade entre crescimento populacional, agrícola e industrial versus a preservação ambiental, desperta a necessidade de investigar lugares preservados para compará-los com mudanças futuras ou relacionar com outras bacias impactadas (SILVA et al., 2013). O testemunho produzido por meio da matriz solo em áreas preservadas é importante devido ao frágil equilíbrio físico-químico e climático das bacias hidrográficas (FADIGAS et al., 2006), que podem modificar a qualidade, disponibilidade dos elementos-traço e a capacidade de conservação e proteção dos recursos hídricos ao longo da bacia, ameaçando o desenvolvimento econômico e social fundamentados na disponibilidade de recursos hídricos da localidade.

A determinação dos valores de referência geoquímico é fundamental para subsidiar o monitoramento de possíveis contaminantes decorrentes do crescimento

agrícola, industrial e populacional, sendo que a maioria dos estudos no nordeste brasileiro está relacionado às concentrações de elementos-traço nos sedimentos estuarinos e o impacto sobre esses ecossistemas (De PAULA FILHO et al., 2015; SABADINI-SANTOS et al., 2009).

Os métodos para determinar os valores de referência geoquímicos são geralmente classificados em diretos ou indiretos, e aqueles que integram as duas formas (DUNG et al., 2013). Os métodos diretos utilizam as médias ou medianas das concentrações dos elementos-traço em amostras da era pré-industrial ou de áreas preservadas, para estimar os valores de referência (GALUSZKA & MIGASZEWSKI, 2011). Em contrapartida, os métodos indiretos utilizam grande número de amostras, ferramentas estatísticas e análise espacial para separar, dentro do conjunto de dados, os valores de referência geoquímicos dos valores referentes à contaminação antropogênica (HERNÁNDEZ-CRESPO & MARTÍN, 2015).

Vários autores têm demonstrado a eficiência em integrar métodos diferentes para fornecer valores de referência geoquímicos mais confiáveis. Alguns autores amostraram áreas preservadas (reservas legais) e utilizaram análise estatística paramétrica (JUCHEN et al., 2014). Outros propuseram abordagem composta por amostragem em área de preservação permanente e análise estatística não-paramétrica (CEMBRANEL et al., 2017). Por fim, alguns estudos amostraram em áreas sem ação antrópica e utilizaram estatística multivariada (PAYE et al., 2012).

O Brasil é um dos poucos países capazes de expandir sua área agrícola. Estudos apontam que a expansão da fronteira agrícola brasileira segue duas direções: a primeira na direção Canto-Norte, englobando os estados do Mato Grosso, Rondônia, Pará e Amazônia (FREITAS E MENDONÇA, 2016) e a segunda na direção Centro-Nordeste, abrangendo os estados do Tocantins, Maranhão, Bahia e Piauí (SANTOS, 2015;

GARCIA E BUAINAIN, 2016). A expansão agrícola desenfreada pode causar sérios problemas de contaminação do solo. Neste sentido, a determinação dos valores de referência geoquímicos do solo pode evitar avaliações de risco subjetivas e não confiáveis, principalmente quando os recursos financeiros são escassos (Alfaro et al., 2015). A bacia do rio Parnaíba localiza-se justamente na segunda região da fronteira agrícola. Nesse contexto, esta pesquisa estabelece os valores de referência geoquímicos do solo na região da bacia do Alto Rio Parnaíba utilizando do método integrado e identificando a melhor metodologia de cálculo para a região.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Área de Estudo

Considerada segunda bacia mais importante da Região Nordeste do Brasil, com 333.056 km<sup>2</sup> de área, a bacia do rio Parnaíba localiza-se nos Estados do Piauí (abrangendo 99% do estado), no estado do Maranhão (19% do estado), Ceará (10% do estado) e Tocantins (9,24% do estado) (Figura 1). Está subdividida em: Alto, Médio e Baixo Parnaíba. A população total da região, em 2010, era de 4.152.865 habitantes, dos quais 35% encontram-se na área rural (ANA, 2015), sendo área de destaque por constituir a nova fronteira agrícola brasileira. Nesta região predomina o bioma Cerrado composto por vegetação tropical de savana, arbustos escassos e gramíneas, solos ricos em ferro e alumínio (SILVA et al., 2013). A área de estudo está inserida na microrregião do alto do rio Parnaíba, próxima ao Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba percorrendo cidades dos estados do Piauí e Maranhão até o município de Floriano – PI, à jusante da Usina Hidrelétrica Boa Esperança (Figura 1).

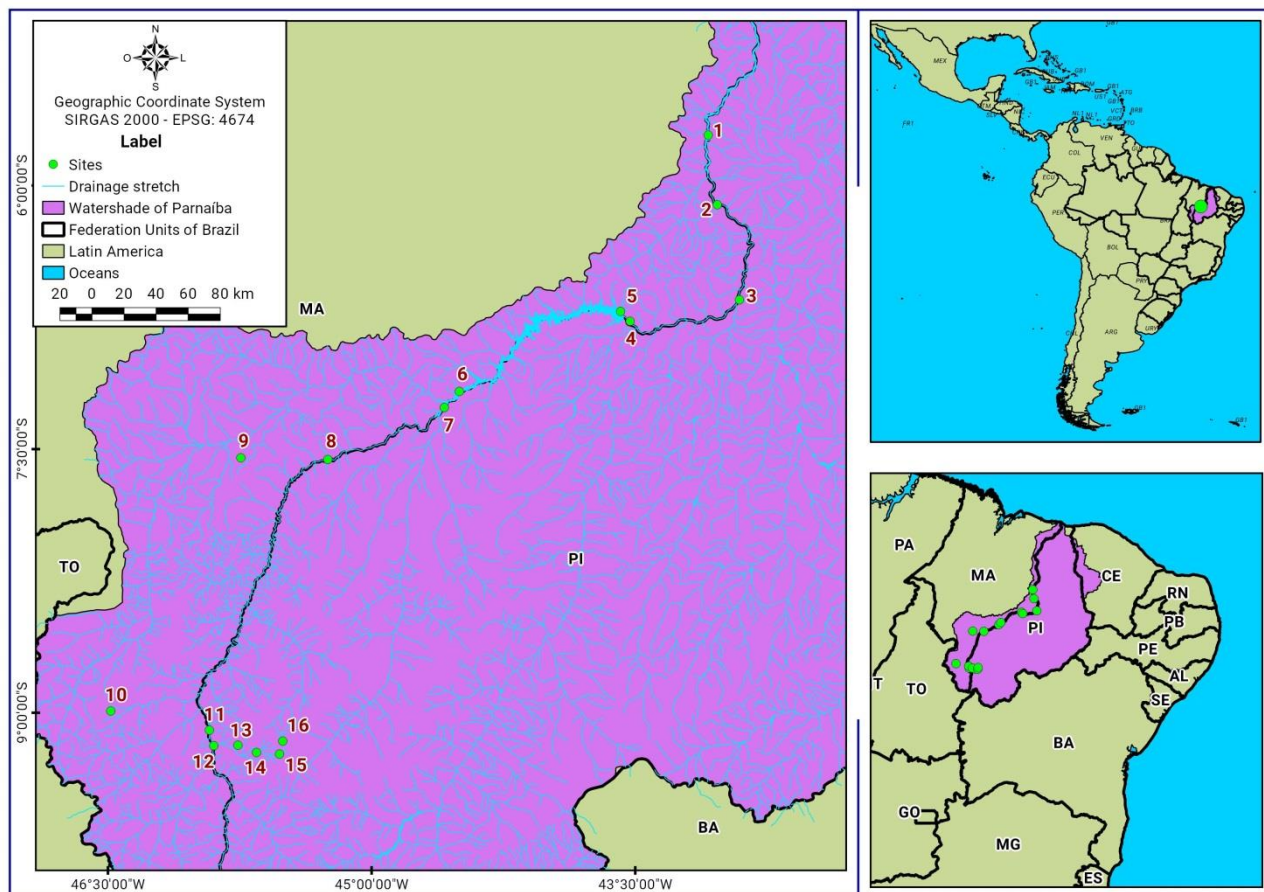


FIGURA 1. Localização da área e dos sítios de coleta de solo na microbacia do rio Parnaíba.

#### Coleta e preparação das amostras

As amostras de solo foram coletadas em áreas preservadas ao longo da bacia do rio Parnaíba, com auxílio de trado holandês de aço inox. Dezesesseis sítios foram selecionados entre o alto e médio curso do rio (Figura 1). Os sítios de coletas foram estabelecidos em áreas com cobertura florestal nativa, por possuir maior probabilidade de serem remanescentes da floresta primária. Em cada sítio coletou-se aleatoriamente dezesseis amostras simples de solo, na profundidade de 0-0,20 m e dezesseis amostras na profundidade de 0,20-0,40 m. As amostras simples foram secas à temperatura ambiente (25-35°C) em local fechado. Após secagem e destorroamento, 200gr de cada uma das dezesseis amostras simples referentes a cada sítio nas diferentes profundidades

foram homogeneizadas em recipiente plástico, formando 32 amostras compostas de solo, uma para cada profundidade em cada sítio.

#### Análises físico-químicas

A análise granulométrica foi realizada com a combinação dos ensaios de sedimentação e peneiramento, conforme NBR 7181 de 1984 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. A concentração dos elementos químicos foi realizada por meio de espectrofotometria de absorção atômica de chama, na fração silte/argila (<63  $\mu\text{m}$ ), conforme recomendação da Organização Mundial da Saúde WHO (1982). Para tanto, as amostras de solo foram peneiradas em peneira de PVC e náilon com malha de 63  $\mu\text{m}$ .

A extração total dos elementos, cádmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg), manganês (Mn), sódio (Na), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn), foi realizada por via úmida, segundo o método 3050B da USEPA (1996). A acurácia dos dados foi aferida aplicando os métodos de análises em amostras de materiais de referência certificados IAEA 356 e IAEA 433 (sedimento marinho), na qual se constatou que os resultados foram concordantes ao nível de confiança de 95%.

#### Análise dos dados

Os dados das análises granulométricas das amostras de solo para determinação da textura foram interpretados por meio do Diagrama de Shepard, utilizando o pacote Rysgran (GILBERT et al., 2012) do software estatístico R. O conjunto de variáveis químicas originais das amostras de solo foi simultaneamente sumarizado em única Análise de Componentes Principais (ACP). Esta análise reduz o conjunto de variáveis originais, em um conjunto de Componentes Principais (CPs), que busca manter o

máximo da variabilidade do conjunto original. A ACP foi realizada sobre a matriz de correlação Pearson das variáveis, o critério de retenção de CPs adotado foi o de “broken-stick”, ou seja, com autovalores maiores que os esperados ao acaso (JACKSON, 1993). Afim de interpretar o significado dos CPs retidos das variáveis originais, apenas os coeficientes de correlação de Pearson maiores de 65% foram considerados.

O gráfico Boxplot de Tukey foi utilizado para identificar outliers no conjunto de dados de cada variável. Após o número de outliers ser quantificado, foi calculada a porcentagem em função do número de observações da respectiva variável.

Os valores de referência geoquímico (VRG) do solo foram calculados segundo as equações utilizadas por: HERNÁNDEZ-CRESPO & MARTÍN (2015) e REMOR et al. (2015) equação 1; REDON et al. (2013) equação 2; REIMANN et al. (2005) e ANDER et al. (2013) equação 3; e REIMANN et al. (2005) e ROTHWELL & COOKE (2015) equação 4.

$$\text{VRG} = \bar{X} + \sigma \quad (1)$$

em que,

$$\bar{X} = \text{média,}$$

$$\sigma = \text{desvio padrão.}$$

$$\text{VRG} = \bar{X} + (2 * \sigma) \quad (2)$$

$$\text{VRG} = Q_3 + 1.5*(Q_3 - Q_1) \quad (3)$$

em que,

$$Q_3 = \text{terceiro quartil, e}$$

$$Q_1 = \text{primeiro quartil.}$$

$$\text{VRG} = Q_2 + (2 * \text{DAM}) \quad (4)$$

em que,

$Q_2$  – mediana, e

DAM - desvio absoluto da mediana.

$$DAM = 1,4826 * Q_{2i} (|X_i - Q_{2j(X_j)}|) \quad (5)$$

em que,

$Q_{2i}$  – mediana,

$X_i$  – valor da amostra, e

$Q_{2j(X_j)}$  – mediana da variável.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises granulométricas foram utilizados para classificar as amostras de solo quanto à textura. O diagrama de Shepard (Figura 2) demonstra que os sítios S16, S15, S13, S10, S9, S8, S7, S6, S5, S4 possuem textura areia síltica. Os sítios S12, S13, S3 e S2 apresentaram textura areia ou arenito. Os sítios S1 e S14 apresentaram textura silte arenoso. As duas amostras de solo de cada sítio nas duas profundidades (0-0,20 e 0,20-0,40 m) pertencem a mesma classe textural. Nesse sentido, podemos concluir que a diferença textural entre os sítios são resultados decorrentes da heterogeneidade espacial do solo.

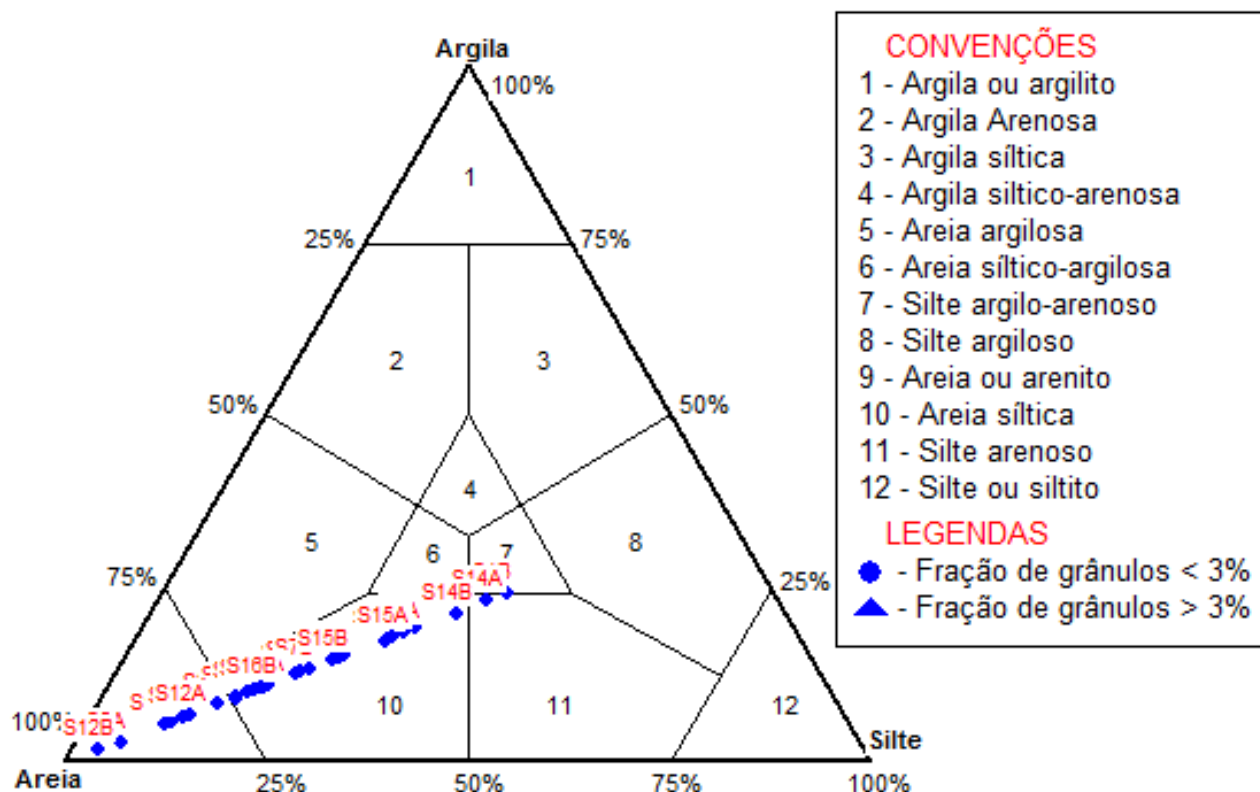


FIGURA 2 – Composição textural das amostras de solo da bacia do rio Parnaíba, segundo diagrama de Shepard.

Dois CPs foram considerados aptos a serem avaliados segundo o critério de “broken-stick”, totalizando 48,52% da variabilidade do conjunto de dados (Figura 3). De maneira geral, a variabilidade entre os pontos amostrados é maior que a variabilidade entre as profundidades de coleta. O CP1 é composto pelas variáveis Pb, Co, Zn, Na, Cd e K no quadrante negativo. O CP 2 é composto pelas variáveis Ca e Mn também no quadrante negativo. Os elementos Mg, Fe, Ni e Cu pertencem a componentes principais não interpretável, segundo o teste de “broken-stick”. Esses elementos possuem variabilidade entre os pontos de coleta menor que as geradas ao acaso, sendo assim, não possuem diferença estatística significativa entre o fator e seus níveis (JACKSON, 1993).



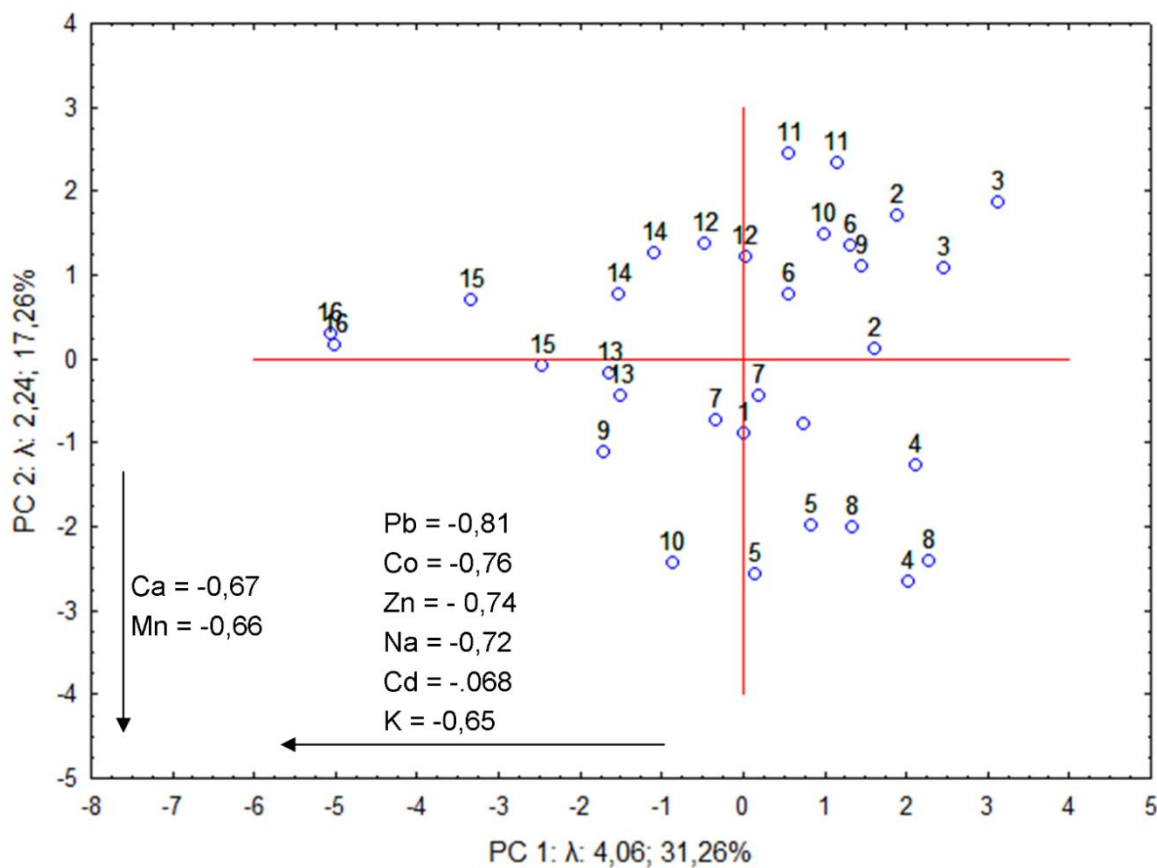


FIGURA 3 – Análise de Componente Principal das variáveis químicas do solo da microbacia do rio Parnaíba.

A ACP (Figura 3) demonstra que existe heterogeneidade espacial na concentração dos elementos-traço no solo da bacia do rio Parnaíba confirmando os resultados obtidos pela análise da textura de solo (Figura 2). A variabilidade espacial decorre naturalmente influenciada por fatores como: clima, relevo, ação de organismos, tempo, variação do material de origem nos processos de formação do solo (NANOS & RODRÍGUEZ-MARTÍN, 2012). Vários estudos relatam que a variabilidade das propriedades químicas e físicas do solo apresenta correlação ou dependência espacial (CARDOSO et al., 2016; GEBLER et al., 2016).

Os resultados das concentrações dos elementos químicos nas amostras de solo foram utilizados para calcular os VRG (Tabela 1). Existem vários métodos pelos quais o

VRG pode ser calculado. Entretanto, o método deve considerar as propriedades estatísticas das variáveis no solo, pois estas são espacialmente dependentes, influenciados por vários processos e imprecisos devido à amostragem e aos erros analíticos (REIMANN et al., 2005). Os cálculos estatísticos paramétricos (equações 1, 2) exigem distribuição normal e a independência dos pontos amostrados não é adequada para uso em conjuntos de dados geoquímicos (REIMANN et al. 2005). Devido à composição dos dados geoquímicos, os métodos que utilizam a média, desvio padrão ou métodos baseados na escolha de percentil, são considerados subjetivos (ROTHWELL & COOKE, 2015). REIMANN et al. (2005) propôs dois métodos não-paramétricos: o primeiro (equação 3), baseado no limite superior do gráfico boxplot de Tukey, é mais apropriado quando o número de outliers é inferior a 10%, posteriormente foi utilizado por ANDER et al. (2013) e McILWAINÉ et al. (2014); o segundo método (equação 4), baseado na mediana e no DAM, é indicado quando o número de outliers é superior a 15%, fornece estimativas mais conservadoras do VRG (ROTHWELL & COOKE, 2015; ESMAEILI et al., 2014). Caso o número de outliers esteja entre 10 e 15%, a escolha da equação fica a critério do pesquisador.

TABELA 1 – Valores de referência geoquímicos do solo da bacia do rio Parnaíba (ppm)

	Paramétrica		Não-Paramétrica		
	$\bar{X}+\sigma$	$\bar{X}+(2*\sigma)$	IC95%	$Q_3+1,5*(Q_3 - Q_1)$	$Q_2+(2*DAM)$
Ca	67,08	101,28	44,73	118,88	51,44
Cd	0,63	0,91	0,45	1,47	1,10
Co	12,22	15,38	10,15	14,00	12,85
Cr	6,30	9,12	4,46	10,56	8,49
Cu	10,11	14,60	7,18	16,69	13,97
Fe	23433,88	29401,87	19533,66	29177,51	27366,19
K	4885,77	7369,15	3262,83	13783,88	3348,25
Mg	2087,22	2937,31	1531,67	4364,73	3344,77
Mn	254,78	357,47	187,67	309,96	283,71
Na	613,28	690,58	562,76	710,69	659,80
Ni	19,29	27,18	14,14	16,68	14,86
Pb	24,07	31,59	19,15	33,53	32,46
Zn	31,93	44,06	24,00	38,83	33,61

$\bar{X}$ : Média;  $\sigma$ : Desvio Padrão; **IC95%**: Intervalo de Confiança; **Q<sub>3</sub>**: terceiro quartil; **Q<sub>1</sub>**: primeiro quartil; **Q<sub>2</sub>**: Mediana; **DAM**: Desvio Absoluto da Mediana (equação 5)

As concentrações dos elementos químicos do solo da bacia do rio Parnaíba apresentaram heterogeneidade espacial segundo a ACP (Figura 3). Nesse sentido, adotam-se as diretrizes propostas por REIMANN et al. (2005) para estabelecer os valores de referência geoquímicos. Os VRGs dos elementos Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb e Zn foram estabelecidos com os resultados expressos pela equação 3. Os VRGs destes elementos foram estabelecidos com os resultados expressos pela equação supracitada, pois apresentaram número de outliers menor que 10% do conjunto de dados de cada elemento.

A Tabela 2 apresenta o VRG calculado na bacia do rio Parnaíba (cabeceira e foz) com outros VRG na região nordeste do Brasil e também com o Valor de Referência Geoquímico Global (VRGG) estabelecido por TUREKIAN & WEDEPOHL (1961).

TABELA 2 – Valores de referência geoquímicos na Região Nordeste do Brasil e Valor de Referência Geoquímico Global – VRGG (concentração em ppm)

Elemento	Cabeceira do rio Parnaíba <sup>(1)</sup>	Foz do rio Parnaíba <sup>(2)</sup>	Estuário do rio São Francisco <sup>(3)</sup>	Rio Ipojuca <sup>(4)</sup>	Rio Fernando de Noronha <sup>(5)</sup>	VRGG <sup>(6)</sup>
Ca	118,88	*	*	*	*	39100
Cd	1,47	*	*	0,08	*	0,30
Co	14,00	*	*	*	19,61	0,30
Cr	10,56	38,00	82,00	15,00	266,13	35,00
Cu	16,69	48,00	19,00	3,53	41,49	45,00
Fe	29177,51	2,50	35000	13020	*	9800
K	13783,88	*	*	*	*	10700
Mg	4364,73	*	*	*	*	7000
Mn	309,96	1356,00	257,00	91,80	*	850
Na	710,69	*	*	*	*	3300
Ni	16,68	*	23,00	3,30	58,75	2,00
Pb	33,53	28,00	15,00	13,12	*	7,00
Zn	38,83	31,00	50,00	30,12	117,58	16,00

(1) Esse estudo; (2) de PAULA FILHO et al. (2015); (3) SABADINI-SANTOS et al. (2009); (4) da SILVA et al., (2015); (5) FABRICIO NETA et al., (2016); (6) TUREKIAN & WEDEPOHL (1961); \*: Não relatado

Comparando os VRGs obtidos na bacia do rio Parnaíba com outros VRGs estabelecidos na região Nordeste do Brasil (Tabela 2), pode-se perceber diferentes concentrações de elementos-traço nas diferentes micro-regiões. A diferença é ainda maior quando comparamos com o VRGG. A concentração de elementos químicos no solo é influenciada principalmente pelo tipo e propriedades mineralógicas do material de origem (rocha mãe), bem como os processos físicos, químicos e biológicos pelos quais o solo foi formado (NANOS & RODRÍGUEZ MARTÍN, 2012). Os diversos fatores de formação do solo geram grande variabilidade espacial, tornando assim, necessário o estabelecimento de VRGs regionais para avaliação da contaminação de solos e sedimentos. As diferenças, entre os resultados encontrados e os provenientes de solos de outros locais, reforçam a necessidade de determinar os valores de referência geoquímicos regionais, levando em consideração a diversidade geomorfológica, pedológica e geológica de cada região (dos SANTOS & ALLEONI, 2013).

## **CONCLUSÃO**

A utilização de amostras de solo das áreas de preservação permanente é a fonte mais eficaz que dispomos para estabelecer os valores de referência geoquímico da bacia hidrográfica do rio Parnaíba. Entretanto, as concentrações dos elementos químicos no solo da bacia possuem variabilidade e dependência espacial, sendo adequada a aplicação de métodos estatísticos não-paramétricos, baseados no terceiro quartil do boxplot de Tukey, para o estabelecimento dos valores de referência geoquímicos. Deste modo, a determinação destes valores é um passo significativo para a avaliação adequada do grau de contaminação do solo e sedimentos da bacia do rio Parnaíba. Além de ser extremamente importante para políticas públicas destinadas à preservação de áreas de mananciais.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), UNIOESTE (Universidade Estadual do Oeste do Paraná), PGEAGRI (Pós-graduação de Engenharia Agrícola), Programa de Pós-graduação em Conservação e Manejo e Recursos Naturais. Também o apoio logístico da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR - PI), Universidade Federal do Piauí (UFPI) e a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) de Boa Esperança, localizada no município de Guadalupe, estado do Piauí.

## REFERÊNCIAS

Alfaro MR, Montero A, Ugarte OM, Nascimento CWA, Accioly AMA, Biondi CM, Silva YJAB (2015) Background concentrations and reference values for heavy metals in soils of Cuba. *Environmental Monitoring and Assessment* 187:4198-4207. DOI:10.1007/s10661-014-4198-3.

ANA - Agência Nacional De Águas (2015) Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial. Brasília, ANA, 436 p.

Ander EL, Johnson CC, Cave MR, Palumbo-Roe B, Nathanail CP, Lark RM (2013) Methodology for the determination of normal background concentrations of contaminants in English soil. *Science of The Total Environment* 454–455:604–618. DOI:10.1016/j.scitotenv.2013.03.005.

Cardoso GGG, Wanderley RC, Souza MLC (2016) Physical attributes of a pasture soil in southeast Goiás determined by geostatistics. *Engenharia Agrícola* 36(1):143-151. DOI:10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n1p143-151/2016.

Cembranel AS, Sampaio SC, Remor BR, Gotardo JT, Dalla-Rosa PM (2017) Geochemical Background in an Oxisol. *Engenharia Agrícola* 37(3):565-573. DOI:10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n3p565-573/2017.

Da Silva YJAB, do Nascimento CWA, Cantalice JRB, da Silvia YJAB, Cruz CMCA (2015) Watershed-scale assessment of background concentrations and guidance values for heavy metals in soils from a semiarid and coastal zone of Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment* 187:558-568. DOI:10.1007/s10661-015-4782-1.

De Paula Filho FJ, Marins RV, Lacerda LD, Aguiar JE, Peres TF (2015) Background values for evaluation of heavy metal contamination in sediments in the Parnaíba River Delta estuary, NE/Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 91:424–428. DOI:10.1016/j.marpolbul.2014.08.022.

Dos Santos SN, Alleoni LRF (2013) Reference values for heavy metals in soils of the Brazilian agricultural frontier in Southwestern Amazônia. *Environmental Monitoring and Assessment* 185(7):5737–5748. DOI: 10.1007/s10661-012-2980-7.

Dung TTT, Cappuyns V, Swennen R, Phung NK (2013) From geochemical background determination to pollution assessment of heavy metals in sediments and soils. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 12:335–353. DOI:10.1007/s11157-013-9315-1.

Esmaili A, Moore F, Keshavarzi B, Jaafarzadeh N, Kermani M (2014) A geochemical survey of heavy metals in agricultural and background soils of the Isfahan industrial zone, Iran. *CATENA* 121: 88–98. DOI:10.1016/j.catena.2014.05.003.

Fabricio Neta AB, do Nascimento CWA, Biondi CM, Straaten PV, Bittar SMB (2016) Natural concentrations and reference values for trace elements in soils of a tropical volcanic archipelago. *Environmental Geochemistry and Health* (Online). DOI:10.1007/s10653-016-9890-5.

Fadigas FS, Amaral Sobrinho NMB, Mazur N, Anjos LHC, Freixo AA (2006) Proposição de valores de referência para a concentração natural de metais pesados em

solos brasileiros, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10(3):699–705. DOI:10.1590/S0100-06832010000600028.

Freitas RE, Mendonça (2016). Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 54(3): 497-516. DOI: 10.1590/1234-56781806-94790540306.

Galuszka A, Migaszewski ZM (2011) Geochemical background – an environmental perspective. *Mineralogia* 42(1):7–17. DOI:10.2478/v10002-011-0002-y.

Garcia JR, Buainain, AM (2016). Dinâmica de Ocupação do Cerrado Nordeste pela Agricultura: 1990 e 2012. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 54(2):319-338. DOI:10.1590/1234.56781806-947900540207.

Gebler L, Grego CR, Vieira AL, Kuse LR (2015) Spatial influence of physical and chemical parameters on management zone definition in apple orchards. *Engenharia Agrícola* 35(6):1160-1171. DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n6p1160-1171/2015.

Gilbert ER, Camargo MG, Sandrini-Neto L (2012) Rysgran: Grain size analysis, textural classifications and distribution of unconsolidated sediments. R package version 2.0.

Hernández-Crespo C, Martín M (2015) Determination of background levels and pollution assessment for seven metals (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Fe, Mn) in sediments of a Mediterranean coastal lagoon. *CATENA* 133(1):206–214. DOI:10.1016/j.catena.2015.05.013.

Jackson DA (1993) Stopping Rules in Principal Components Analysis: A comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology* 74(8):2204-2214. DOI:10.2307/1939574.

Juchen CR, Vilas Boas MA, Poletto C, Macedo M (2014) Use of legal reserve areas as geochemical background in hydrosedimentology studies. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 38(6):1950-1959. DOI:10.1590/S0100-06832014000600029.

McIlwaine R, Cox SF, Doherty R, Palmer S, Ofterdinger U, McKinley JM (2014) Comparison of methods used to calculate typical threshold values for potentially toxic elements in soil. *Environmental Geochemistry and Health* 36(5):953–971. DOI:10.1007/s10653-014-9611-x.

Nanos N, Rodríguez Martín JA (2012) Multiscale analysis of heavy metal contents in soils: spatial variability in the Duero river basin (Spain). *Geoderma* 189–190:554–562. DOI:10.1016/j.geoderma.2012.06.006.

Paye HS, Mello JWV, Melo SB (2012) Métodos de análise multivariada no estabelecimento de valores de referência de qualidade para elementos-traço em solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36(3):1031-1041. DOI:10.1590/S0100-06832012000300033.

Redon PO, Bur T, Guiresse M, Probst JL, Toiser A, Revel J.C, Jolivet C, Probst A (2013) Modelling trace metal background to evaluate anthropogenic contamination in arable soils of south-western France. *Geoderma* 206(1):112–122. DOI: 10.1016/j.geoderma.2013.04.023.

Reimann C, Filzmoser P, Garrett RG (2005) Background and threshold: critical comparison of methods of determination. *Science of the Total Environment* 346(1–3):1–16. DOI:10.1016/j.scitotenv.2004.11.023.

Remor MB, Sampaio SC, Damatto SR, Castilhos ZC, Stevaux JC, Vilas Boas MA, dos Reis RR (2015) Geochemistry of the Upper Paraná River floodplain: study of the Garças Pond and Patos Pond. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 305(2):409-418. DOI:10.1007/s10967-015-4021-9.

Rothwell KA, Cooke MP (2015) A comparison of methods used to calculate normal background concentrations of potentially toxic elements for urban soil. *Science of The Total Environment* 532:625–634. DOI:10.1016/j.scitotenv.2015.06.083.

Sabadini-Santos E, Knoppers BA, Oliveira EP, Leipe T, Santelli RE (2009) Regional geochemical baselines for sedimentary metals of the tropical São Francisco estuary, NE-Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 58:601-606. DOI:10.1016/j.marpolbul.2009.01.011.

Santos C (2015) O espírito do capitalismo na ocupação dos cerrados brasileiros nos estados da Bahia e do Piauí. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território* 1(8):229-253. DOI: 10.17127/got/2015.8.012.

Silva CR, Souza KB, Furtado WF (2013) Evaluation of the Progress of Intensive Agriculture in the Cerrado Piauiense – Brazil. *IERI Procedia* 5(1):51–58. DOI:10.1016/j.ieri.2013.11.069.

Turekian KK, Wedepohl KH (1961) Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust. *Geological Society of America Bulletin* 72(1):175-192. DOI:10.1130/0016-7606(1961)72[175:DOTEIS]2.0.CO;2.

USEPA - United States Environmental Protection Agency (1996) Method 3050B: Acid digestion of sediments sludges and soils. USEPA, CD-ROM.

WHO – World Health Organization (1982) Micropollutants in river sediments. Copenhagen, WHO, 90 p.



## ANEXO

### **Engenharia Agrícola**

*Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering*

ISSN: 1809-4430 (on-line).

## **NORMAS PARA CONFIGURAÇÃO DO MANUSCRITO**

### **1. CONFIGURAÇÃO**

- 1.1 O manuscrito deve ter no máximo cinco autores;
- 1.2 Não inserir os nomes e as identificações dos autores;
- 1.3 O texto completo pode apresentar figuras coloridas ou não (fotografias, gráficos, diagramas, etc.) e tabelas;
- 1.4 As unidades das grandezas devem ser expressas de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (<http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/sistema-internacional-unidades.pdf>);
- 1.5 Texto em editor MSWord 2010 ou superior ou totalmente compatível com esse editor;
- 1.6 Tamanho do papel: A4 (21 x 29,7 cm);
- 1.7 Espaçamento entre linhas: 2,0;
- 1.8 Tipo de letra para o texto: Times New Roman, tamanho 12;
- 1.9 Tipo de letra para o cabeçalho/rodapé: Times New Roman, tamanho 9;
- 1.10 Margens: 2 cm em todos os lados do papel;
- 1.11 Inserir numeração de páginas;
- 1.12 Inserir numeração contínua de linhas nas páginas;
- 1.13 Parágrafo de 1,0 cm;
- 1.14 Tamanho máximo do arquivo: 2,0 Mb (arquivos maiores não serão gravados no sistema);
- 1.15 Identificação dos autores: quando os autores receberem a comunicação da aceitação do manuscrito para publicação, o autor que o submeteu deverá anexar no sistema da revista, como “Documento suplementar” (Incluir Documento Suplementar) na mesma submissão, um documento contendo: último título definitivo do manuscrito e abaixo deste, os nomes completos dos autores na mesma ordem de publicação. Cada nome deverá ser seguido por um número em sobrescrito, em sequência. Abaixo dos nomes, separado por dois espaços, uma lista com a ordem numérica referente a cada autor. Nessa lista, os números vêm primeiro em sobrescrito e na frente de cada número, em texto normal, deverá constar, do respectivo autor, a titulação, instituição, departamento, etc. e um endereço de e-mail definitivo.

### **2. CATEGORIA**

Os artigos podem ser da seguinte natureza: 2.1 artigo científico; 2.2 artigo técnico, e 2.3 artigo de revisão.

2.1. Artigo Científico: Refere-se a relato de pesquisa original, com hipótese bem definida, prestigiando assuntos inovadores. Deve incluir Título, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Material e Métodos, Resultados e discussão, Conclusões e Referências.

Todos os itens deverão ser destacados em letras maiúsculas e negrito.

□ Título: Centralizado; deve ser claro e conciso, permitindo pronta identificação do conteúdo do trabalho, procurando-se evitar palavras do tipo: análise, estudo e avaliação. Um número-índice sobrescrito, como chamada de rodapé, poderá seguir-se ao título para possível explicação em se tratando de trabalho apresentado em congresso, extraído de dissertação ou tese, ou para indicar o órgão financiador da pesquisa.

□ Resumo: O texto, contendo no máximo 14 linhas, deve iniciar-se na mesma linha do item, ser claro, sucinto e, obrigatoriamente, explicar o(s) objetivo(s) pretendido(s), procurando justificar sua importância (sem incluir referências), os resultados e as conclusões mais expressivos. Abaixo devem aparecer as *Palavras-chave* (seis no máximo, procurando-se não repetir palavras do título) escritas em letras minúsculas, em ordem alfabética e separadas por vírgula.

□ Figuras e tabelas: Em qualquer parte do texto do manuscrito ilustrações, gráficos e fotografias devem ser inseridos com o título de “Figura” e quadros e tabelas serão sempre “Tabela”. - Figuras: apresentadas com tamanho, resolução e detalhes suficientes para a composição final, preferivelmente na mesma posição do texto, podendo ser coloridas. O título e outras informações contidas na Figura deverão ser, no conjunto, autoexplicativos, para que não seja necessário recorrer a qualquer parte do texto para entender a figura. Gráficos: podem apresentar partes coloridas, sendo os eixos x e y e as divisões de escala, em cor preta, com 1/2 pt de espessura das linhas, e títulos e valores nesses eixos devem ser grafados com o mesmo tipo e tamanho de letras contidas no texto (Times New Roman 12). Os gráficos não devem conter bordas e linhas de grade e a legenda deve ser colocada na posição inferior do mesmo. As linhas das curvas ou barras e dos pontos referentes aos dados obtidos, não devem ser colocados com cores claras, como amarelo, azul claro, marrom claro, que dificultam, em fundo branco, a perfeita distinção desses. A numeração da Figura deve ser sucessiva e em algarismos arábicos. Fotografias: podem ser coloridas. 3.4 - Tabelas: as tabelas devem sempre ser elaboradas utilizando a ferramenta de tabelas do Microsoft Word ou outro “software” compatível e devem ser colocadas na página em posição retrato, evitando tabelas extensas e dados supérfluos, privilegiando-se dados médios; adequar seus tamanhos ao espaço útil do papel e colocar, na medida do possível, apenas linhas contínuas horizontais no cabeçalho principal da tabela e na última linha fechando a tabela. Linhas verticais não devem aparecer. Assim como nas Figuras o título e outras informações contidas na tabela, devem ser concisas, mas autoexplicativas (não deverá ser necessário recorrer ao texto para entender completamente a tabela). Resultados apresentados em Tabelas não devem ser repetidos em Figuras e vice-versa.

□ No caso de artigos submetidos em português, as tabelas e figuras deverão conter o título traduzido para o inglês.

□ Introdução: Devem ser evitadas divagações, e se concentrando no assunto que levará o leitor a entender o objetivo do trabalho. Para isso, deve-se utilizar principalmente de bibliografia recente (últimos 5 anos e preferencialmente periódicos indexados) e apropriada para formular os problemas abordados e a justificativa da importância do assunto, deixando muito claro o (s) objetivo (s) do trabalho, utilizando no máximo 50 linhas.

□ Material e métodos: Dependendo da natureza do trabalho, uma caracterização da área experimental deve ser inserida, tornando claras as condições em que a pesquisa foi realizada. Quando os métodos forem os consagradamente utilizados, apenas a (s)

Referência (s) bastará (ão); caso contrário, é necessário apresentar descrição dos procedimentos utilizados, adaptações promovidas, etc. Unidades de medidas e símbolos devem seguir o Sistema Internacional de Unidades.

□ Resultados e discussão: Os resultados obtidos e analisados deverão ser confrontados com os da bibliografia apresentada na Introdução e com outras pertinentes à área do trabalho, e discutidos à luz dos conhecimentos consagrados, concordando ou discordando desses com explicações científicas e ou técnicas, mas destacando principalmente a importância e a originalidade desses dados. A redação desse item deve ser elaborada não apenas relatando que os resultados obtidos concordam com ou discordam de os resultados obtidos por outros pesquisadores, mas também, de forma clara e concisa, procurar explicar por que os resultados foram esses e por que concordam ou discordam dos apresentados na literatura. e tabelas:..

□ Conclusões: Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados em listagem subsequente, buscando, sim, confrontar o que se obteve, com os objetivos inicialmente estabelecidos. As conclusões devem ser escritas de forma clara, direta e concisa, facilitando a interpretação do artigo, sem necessidade de consultar outros itens do mesmo.

□ Agradecimento(s): Agradecimentos a pessoas e/ou a instituições devem ser inseridos, se for o caso, após as conclusões, de maneira sucinta.

□ Referências: No texto (Introdução, Material e Métodos e Resultados e Discussão) devem ser citadas apenas as referências essenciais, o que, geralmente, não é observado em se tratando de artigos originários de teses. Especialmente em artigos científicos e artigos técnicos, pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 5 anos, e 90% das referências deverão ser de artigos científicos e/ou técnicos de periódicos com corpo editorial e indexados. Os 10% restantes se não forem de artigos científicos, deverão ser apenas de dissertações, teses ou livros. As citações no texto deverão aparecer em letras maiúsculas, seguidas da data, conforme abaixo:

SOUZA & SILVA (2014), ou ainda (SOUZA & SILVA, 2014); existindo outras referências do (s) mesmo (s) autor (es) no mesmo ano (outras publicações), isso será identificado com letras minúsculas (a, b, c) após o ano da publicação: SOUZA & SILVA (2014 a). Quando houver três ou mais autores, no texto será citado apenas o primeiro autor seguido de et al., mas na listagem bibliográfica final os demais nomes também deverão aparecer. Na citação de citação, identifica-se a obra diretamente consultada; o autor e/ou a obra citada nesta é assim indicado: SILVA (2006) citado por PESSOA (2013).

Na listagem das referências citadas (item Referências) incluir apenas as mencionadas no texto e em tabelas e figuras, aparecendo em ordem alfabética e em letras maiúsculas. Evitar citações de resumos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, trabalhos não publicados, boletins técnicos e comunicação pessoal.

Qualquer dúvida, consultar a norma NBR-6023 (ago. 2002) da ABNT, mas observar as particularidades aplicadas a esta revista. A seguir, estão colocados alguns exemplos:

\*\*Qualquer fonte de referência relacionada a seguir que disponibilizar o código de identificação DOI (Digital Object Identifier), este deve ser colocado sempre como último

item da informação que está sendo listada. Ver o segundo exemplo de Revistas/Periódicos em meio eletrônico–Com DOI.

Revistas/Periódicos

ALVES, S.P.; RODRIGUES, E.H.V. Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, p.241-245, maio/ago. 2004.

Revistas/Periódicos em meio eletrônico

PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O., GUISELINI, C.; PIEDADE, S.M.S. Uso da lógica fuzzy na caracterização do ambiente produtivo para matrizes gestantes. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.83-92, jan/abr. 2007. Disponível em: <<http://endereço eletrônico da revista>>. Acesso em: 24 set. 2007.

Com DOI (Digital Object Identifier)

GALVANI, E. Estudo comparativo dos elementos do balanço hídrico climatológico para duas cidades do Estado de São Paulo e para Paris. **Confins** [Online], v.4, n.4, 2008. Disponível em: <<http://endereço eletrônico da revista>>. doi: 10.400/confins.4733

Livros (Dar preferência ao capítulo e às páginas do capítulo em que o assunto abordado no trabalho está localizado ou, mais especificamente, somente as páginas do capítulo relativas exclusivamente ao que está sendo abordado no manuscrito).

Capítulo completo de livros ou obras semelhantes

CARVALHO, J.A. **Hidráulica básica**. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. v.2, p.1-106. (Série Engenharia Agrícola)

Capítulo de livros ou obras semelhantes: apenas a paginação específica (**forma preferida**)

CARVALHO, J.A. **Associação de bombas**. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. v.2, p.57-64. (Série Engenharia Agrícola)

Anais de congressos, simpósios, encontros científicos ou técnicos (devem ser evitados)

MARINI, V.K.; ROMANO, L.N.; DALLMEYER, A.U. A análise da operação agrícola como base para a definição de requisitos funcionais no processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006. 1 CD-ROM.

Dissertações e teses (evitar)

CORTEZ, J.W. **Densidade de semeadura da soja e profundidade de deposição do adubo no sistema plantio direto**. 2007. 87f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

Documento cartográfico (mapa, fotografia aérea, imagem de satélite, imagem de satélite digital)

BRASIL e parte da América do Sul: mapa político, escolar, rodoviário, turístico e regional. São Paulo: Michalany, 1981. 1 mapa, color., 79 cm x 95 cm. Escala 1:600.000.

IGC - INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP). **Projeto Lins Tupã**: foto aérea. São Paulo, 1986. Fx 28, n.15. Escala 1:35.000.

LANDSAT TM5. **São José dos Campos**: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987- 1988. Imagem de satélite. Canais 3, 4 e composição colorida 3, 4 e 5. Escala 1:100.000.

ESTADOS UNIDOS. National Oceanic and Atmospheric Administration. **GOES- 08: SE**. 13 jul. 1999, 17:45Z. IR04. Itajaí: UNIVALI. Imagem de satélite: 1999071318. GIF: 557 Kb.

Órgãos públicos, instituições, associações

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: informação e documentação:

Citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo. **Biodiesel**: novas perspectivas de sustentabilidade. Rio de Janeiro, 2002. 27 p.

Equações: Todas as equações que fizerem parte do texto deverão ser alinhadas com o parágrafo e numeradas, como segue:

$$y = a x + b \quad (1)$$

em que,

y - velocidade, m s<sup>-1</sup> ;

a - coeficiente angular;

x - rotação, rad s<sup>-1</sup>, e

b - coeficiente linear.

Equações mais complexas deverão ser elaboradas com a ferramenta “Equação” do editor de texto Word, mantendo o mesmo tipo e o mesmo tamanho da fonte do texto (Times New Roman – 12).

2.2. Artigo Técnico: Deverá retratar avanços em teorias, metodologias e técnicas, sem apresentação de hipótese. Quando se tratar de estudo de caso, as conclusões devem apresentar proposições. Deve ser redigido em linguagem técnica, de fácil compreensão, sobre assuntos de interesse para a Engenharia Agrícola, por autor (es) que demonstre (m) experiência sobre o assunto tratado, permitindo orientação para os diferentes usuários da Engenharia Agrícola. Somente justifica-se a apresentação de artigos que tragam contribuição sobre o assunto e não simplesmente casos pessoais ou de interesse restrito. Com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos técnicos devem, na maioria das vezes, conter os seguintes itens: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Descrição do Assunto, Conclusões e Referências.

□ Cabeçalho: ARTIGO TÉCNICO deve aparecer no cabeçalho da primeira página, em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior.

□ Títulos, Resumo, Palavras-chave, Abstract e Keywords devem seguir as mesmas normas descritas para artigo científico relatadas no item 3 – Composição.

□ Introdução: deve conter breve histórico, esclarecendo a importância, o estágio atual do assunto, apoiando-se em revisão bibliográfica, e deixar claro o objetivo do artigo.

□ Descrição do Assunto: com diferentes títulos que podem ser divididos em subitens, deve-se discorrer sobre o assunto, apontando-se as bases teóricas, trazendo experiências e recomendações, discutindo e criticando situações, baseando-se ao máximo em bibliografia e normas técnicas sobre o assunto.

□ Conclusões: quando couberem, devem ser redigidas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples rerepresentação de outros parágrafos do artigo.

2.3 Artigo de Revisão: É a apresentação, exclusivamente a pedido do Conselho Editorial da revista, de um estudo, reunindo, analisando e discutindo o estado da arte e propondo perspectivas futuras sobre um assunto de importância para a Engenharia Agrícola. Tal estudo deverá estar baseado em ampla pesquisa bibliográfica, permitindo compilação dos conhecimentos existentes. Embora com maior liberdade de estilo do que em artigos científicos, os artigos de Revisão devem conter os seguintes itens: Título, Resumo, Palavras-Chave, Introdução, Revisão, Conclusões e Referências. Para a redação desse trabalho de revisão, devem ser seguidas as mesmas orientações para composição de artigos científicos, com as seguintes particularidades:

□ Cabeçalho: ARTIGO DE REVISÃO deve aparecer no cabeçalho da primeira página em letras maiúsculas, sublinhadas, negritadas, centralizadas e espaçadas de 1,1 cm da margem superior.

□ Introdução: deve conter breve histórico, situando a importância, o estágio atual do assunto e o objetivo da revisão.

□ Revisão: seguir as normas de citação da revista. Se necessário, pode ser dividida por assuntos em subitens. A redação deve ser crítica e não apenas mera exposição dos assuntos; deve apresentar sequência lógica por ordem de assuntos e/ou cronológica. Sempre que possível, deve conter uma análise comparativa dos trabalhos sobre o assunto tratado.

□ Conclusões: devem ser apresentadas de forma clara e concisa, coerentes com o(s) objetivo(s) estabelecido(s). Não devem ser uma simples rerepresentação de parágrafos da revisão.

