

# MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS URUTAÍ BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

### THAYNARA PEREIRA BRITO

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA, PH E UMIDADE DE COMPOSTOS DE LODO DE ESGOTO ASSOCIADA COM DIFERENTES RESÍDUOS

### THAYNARA PEREIRA BRITO

# AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA, pH E UMIDADE DE COMPOSTOS DE LODO DE ESGOTO ASSOCIADA COM DIFERENTES RESÍDUOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano — Campus Urutaí, como exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

URUTAÍ, GOIÁS 2019

## INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

ALUNO: Thaynara Pereira Brito

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

Aprovado pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Jose Antonio Rodrigues de Souza

Profa. Dra. Débora Astoni Moreira

Me. Carlos Bispo de Oliveira.

Data da Realização: 01 de novembro de 2019



Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano Sistema Integrado de Bibliotecas

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da	Produção Técnico-Científica

Título do Trabalho: Avo	cialização [] iducacional - Tipo: or: Fragnara Ruciva 640200 iliata da Emperatura ordo de unque arrecia	Buito w pha w woman abo	resentado em E midade de i fuentos ous	
Informe a data que pode O documento está sujeit O documento pode vir a	ser publicado como livro	? [	] Sim ] Sim	[ X ] Não [ X ] Não
D	ECLARAÇÃO DE DISTR	IBUIÇÃO N	ÃO-EXCLUSIV	'A
direitos de autor/a, para direitos requeridos e que identificados e reconhecio	tu trabalho original, deté de qualquer outra pesso ão de quaisquer materia conceder ao Instituto Fe e este material cujos di dos no texto ou conteúdo	nis inclusos r ederal de Edu reitos autora o do documen	no documento icação, Ciência is são de terc ito entregue;	do qual não detém e Tecnologia Goiano eiros, estão claramen
			Mutai (a	Data CO. ani
Chagnara	Panina Brito Sinatura do Autor e/ou Di	etentor dos C	Diraitos Aut	
Ass	-/ ou D	Eccitor dos D	meitos Autorai	S
Ass Ciente e de acordo:	1.	1		

# SUMÁRIO

LIS	TA I	DE TABELAS	4
LIS	ТА Г	DE FIGURAS	5
Res	umo:	:	6
Abs	tract	t <b>:</b>	7
1.	10		
2.	11		
3.	14		
3.1.		14	
3.2.		15	
3.3.		17	
4.	18		
<b>5.</b>	19		

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> . Valores de umidade, carbono total e nitrogênio total (dag kg <sup>-1</sup> ) e pH para os ditresíduos avaliados	
<b>Tabela 2.</b> Proporções dos resíduos, quantidades e respectivas relação C/N de cada trat avaliado. (Apresentar os resultados da relação C/N)	
Tabela 3. Valores de pH para os diferentes tratamentos avaliados ao longo do proc           compostagem, e respectivos testes de médias	
<b>Tabela 4.</b> Valores do teor de umidade (%) nos diferentes tratamentos avaliados ao lo processo de compostagem, e respectivos testes de médias	_

Página

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Reatores instalados no interior de banheiras (a) e cobertos com sombrite (b)	11
Figura 2. Variação das temperaturas ambientais e dos reatores durante a pré-compostagem	12

# Avaliação da temperatura, pH e umidade de compostos de lodo de esgoto associada com diferentes resíduos

Resumo: A principal característica dos resíduos de atividades agroindustriais é a alta concentração de material orgânico. Em uma indústria de laticínios, a estação de tratamento de efluentes gera, ao fim do processo, o lodo biológico como subproduto do efluente tratado obtido, efluente esse advindo principalmente da lavagem de equipamentos dentro da indústria. Este trabalho teve por objetivo avaliar a variação do volume, peso e a relação C/N de lodo de laticínios decorrente da compostagem combinada com diferentes resíduos. No experimento foi realizado o processo de compostagem, combinando quatro tipos de resíduos gerados na própria indústria (lodo de esgoto, esterco bovino, restos de podas de grama e cinzas de caldeiras) em proporções de modo a apresentarem relação carbono/nitrogênio (relação C/N) que proporcionassem adequada decomposição aos resíduos. Os tratamentos avaliados foram constituídos por lodo de esgoto puro (T1) e misturas de lodo com demais resíduos, sendo (T2) lodo + esterco; (T3) lodo + cinza; (T4) lodo + grama; (T5) lodo + grama + cinza; (T6) lodo + esterco + cinza e, (T7) lodo + grama + esterco + cinza. Utilizou-se o arranjo fatorial ao acaso, com sete tratamentos e três repetições. A compostagem demonstrou ser um método eficiente para o tratamento de lodo produzido em estação de tratamento de efluentes de laticínios, produzindo fertilizantes de ótima qualidade. A adição de restos de poda de grama ao lodo de esgoto (Tratamento 4) no processo de compostagem proporcionaram as maiores reduções de peso e volume, adequado pH, teor de umidade e relação C/N.

Palavras chave: compostagem; material orgânico; relação C/N.

# Evaluation of temperature, pH and humidity of waste sludge compounds associated with different waste

Abstract: The main characteristic of agro-industrial waste is the high concentration of organic material. In a dairy industry, the wastewater treatment plant generates, at the end of the process, biological sludge as a by-product of the treated effluent obtained, which mainly comes from the washing of equipment within the industry. This work aimed to evaluate the variation of volume, weight and C/N ratio of dairy sludge resulting from composting combined with different residues. In the experiment the composting process was carried out, combining four types of waste generated in the industry itself (sewage sludge, cattle manure, grass pruning and boiler ash) in proportions to present carbon / nitrogen ratio (C / C ratio). That provide adequate decomposition to the waste. The evaluated treatments consisted of pure sewage sludge (T1) and mixtures of sludge with other residues, being (T2) sludge + manure; (T3) sludge + ash; (T4) sludge + gram; (T5) sludge + gram + ash; (T6) sludge + dung + ash and (T7) sludge + grass + dung + ash. A randomized factorial arrangement was used, with seven treatments and three repetitions. Composting has proven to be an efficient method for treating sludge produced in a dairy effluent treatment plant, producing high quality fertilizers. The addition of grass pruning remains to the sewage sludge (Treatment 4) in the composting process provided the largest weight and volume reductions, adequate pH, moisture content and C / N ratio.

**Keywords:** composting; organic material; C / N ratio.

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades agroindustriais e de processamento de produtos agropecuários são de grande expressão no mercado brasileiro, principalmente em termos de sua contribuição para a renda (Guanziroli, 2010; Pedrosa et al., 2013). Esse setor tem como objetivo transformar matérias-primas agropecuárias em produtos de consumo que atendam às necessidades humanas. Com o crescimento populacional, a demanda por produtos industrializados acompanha o crescimento, exigindo, consequentemente, maiores produções agroindustriais.

Entretanto, a atividade demanda diversos cuidados, principalmente em relação aos de resíduos gerados nas etapas de processamento, que devido a algumas propriedades adversas ao meio ambiente são necessários cuidados com sua disposição final.

A principal característica dos resíduos de atividades agroindustriais é a alta concentração de material orgânico. Esta é responsável por um dos maiores impactos causados por resíduos sólidos orgânicos, formando ácidos orgânicos através da fermentação do resíduo, causando maus odores, reduzindo o oxigênio dissolvido em águas superficiais e contaminando o solo, quando disposto inadequadamente (Gopinathan, 2012).

De acordo com Souza et al. (2017) em uma indústria de laticínios, a estação de tratamento de efluentes gera, ao fim do processo, o lodo biológico como subproduto do efluente tratado obtido, efluente esse advindo principalmente da lavagem de equipamentos dentro da indústria.

Outro resíduo gerado nas indústrias de laticínios são as cinzas de caldeira, proveniente da combustão das lenhas nas fornalhas para geração de vapor. As cinzas (fração inorgânica da biomassa) agregam todos os elementos que não são relevantes nas reações de combustão, como o fósforo, o potássio e o cálcio (Brand, 2008). São materiais inorgânicos, sendo constituídos por Ca, Si, Mg, K e S (Borlini et al., 2005).

Kiehl (1985) define a compostagem como uma técnica ideal para se obter mais rapidamente e em melhores condições, a desejada estabilização da matéria orgânica. O autor explica ainda que os microrganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica absorvem carbono (C) e nitrogênio (N). O tempo necessário para as reações, a plena decomposição e consequente mineralização dependerá da relação entre C e N da matéria-prima. O teor de N dos resíduos a serem decompostos deve ter teoricamente 1,7%, quando o conteúdo é inferior a esse valor, o tempo de decomposição será maior.

Trata-se de uma técnica simples, considerada ideal para reciclagem de resíduos orgânicos provenientes das agroindústrias, possuindo características que podem agregar valor ambiental e econômico ao processo, reduzindo impactos ambientais negativos causados pela disposição dos resíduos, contribuindo na geração de empregos e inserindo compostos orgânicos no comércio de fertilizantes (Morales et al., 2016).

Entretanto, um dos gargalos do processo industrial de compostagem diz respeito ao tempo em que os materiais a serem compostados permanecem no pátio, o que confere maior viabilidade econômica ao sistema. Assim, o tempo de compostagem é variável em função das características da mistura a ser compostada (Kiehl, 2010) e sendo o monitoramento da temperatura o parâmetro mais utilizado para indicar a finalização deste (Matos, 2014).

Para utilização de resíduos sólidos orgânicos para fins agrícolas, é preciso cuidado com a destinação ao solo como fonte de nutrientes e matéria orgânica. A aplicação de resíduos sem a estabilização do material orgânico por meio de processos biológicos pode ocasionar a

imobilização de nutrientes no solo, ocasionando efeitos devastadores em culturas econômicas (Raj, 2011).

A IN Nº 25/2009 classifica compostos orgânicos obtidos por meio da compostagem de resíduos agroindustriais como fertilizante orgânico composto (Brasil, 2009). Esta classificação apresenta em sua definição que fertilizante orgânico composto é todo produto oriundo de processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, proveniente de materiais de origem industrial, animal, vegetal, urbana ou rural.

Diversas pesquisas mostram a eficiência do processo de compostagem como tratamento dos resíduos gerados pela produção agroindustrial. Costa et al. (2005) utilizaram carcaças de aves no processo de compostagem e testaram o efeito da aeração no processo. Já Silva (2007) testou porcentagens de resíduos agroindustriais como conteúdo ruminal de bovinos, resíduo de incubatório, resíduo de cerais, lodo de flotador e cinza no processo de compostagem e Carneiro (2012) estudou a influência de fatores como revolvimento, cobertura de pátio e inoculação no processo de compostagem de resíduos da cadeia produtiva do frango.

Para tanto, neste trabalho objetivou-se avaliar a variação da temperatura, pH e umidade de lodo de laticínios decorrente da compostagem combinada com diferentes resíduos.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma empresa de laticínios no município de Orizona - Goiás, localizado a 17º 01' 53" S, 48º 17' 45" W e altitude de 806 metros, no período de maio a setembro de 2018. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, caracterizado como úmido tropical com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação e temperatura médias anuais, de 1300 mm e 23 °C, respectivamente.

A empresa escolhida para realização dos estudos e fornecimento de resíduos apresenta capacidade de processamento diário de 300.000 litros, gerando cerca de 30 toneladas por mês de resíduos na estação de tratamento de esgoto industrial. Dessa forma, ciente da degradação ambiental e diante de uma legislação cada vez mais exigente e uma fiscalização cada vez mais atuante, a empresa estava procurado alternativa de baixo custo para dispor adequadamente seus resíduos.

Atualmente, o lodo de esgoto tem se tornado grande problema ao desenvolvimento desta agroindústria em virtude do grande volume gerado (30 m³) e da elevada carga orgânica (6850 mgO2/l) e concentração de sólidos totais (4064 mg/l). Trata-se de um resíduo gerado após tratamento químico (sulfato de alumínio e polímero) dos efluentes proveniente das operações de limpeza de silos, tanques, pasteurizadores, homogeneizadores, tubulações, dentre outros, sendo coletado no flotador da estação de tratamento de efluentes

Para a resolução do problema, propôs-se o processo de compostagem, combinando-se quatro tipos de resíduos gerados na própria indústria (lodo de esgoto, esterco bovino, restos de podas de grama e cinzas de caldeiras) em proporções de modo a apresentarem relação carbono/nitrogênio (relação C/N) que proporcionassem adequada decomposição aos resíduos, próximo a 30/1, conforme Kiehl (2012) e Matos (2014).

Para determinação das quantidades de resíduos a serem utilizadas, amostras dos diferentes resíduos foram coletadas e conduzidas ao Laboratório de Pesquisa e Análises Químicas do Instituto Federal Goiano — Campus Urutaí para determinação dos teores de umidades e

concentrações totais de nitrogênio e carbono (Tabela 1), conforme metodologias descritas em APHA (2012).

**Tabela 1**. Valores de umidade, carbono total e nitrogênio total (dag kg<sup>-1</sup>) e pH para os diferentes resíduos avaliados

Resíduo	Umidade	Carbono	Nitrogênio	Relação C/N	pН
Lodo de esgoto	56	33,00	1,06	1/31	5,49
Cinza de caldeira	-	-	-	-	12,00
Esterco bovino	50	48,10	0,48	1/100	5,52
Restos de grama	19	33,10	1,72	1/19	6,00

Os tratamentos avaliados foram constituídos por lodo de esgoto puro (T1) e misturas de lodo com demais resíduos, sendo (T2) lodo + esterco; (T3) lodo + cinza; (T4) lodo + grama; (T5) lodo + grama + cinza; (T6) lodo + esterco + cinza e, (T7) lodo + grama + esterco + cinza. Utilizou-se o arranjo fatorial ao acaso, com sete tratamentos e três repetições.

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, utilizou-se a Equação 1, recomendada por Brito (2016) para determinação das quantidades de resíduos a serem utilizadas nos diferentes tratamentos a serem avaliados. Na Tabela 2 estão apresentadas as proporções dos resíduos, as quantidades e a respectivas relações C/N para cada tratamento.

Equação 1:

$$W_1[C_1 \times (100\text{-}\,M_1)] + W_2[\ C_2 \times (100\text{-}\,M_2)] + W_3\ [C_3 \times (100\text{-}M_3)] + ...$$
 R= 
$$W_1[N_1 \times (100\text{-}M_1)] + W_2[N_2 \times (100\text{-}M_2)] + W_3[N_3 \times (100\text{-}M_3)] + ...$$

Em que:

R= razão C:N do composto de mistura

Wn= massa do material n ("como está" ou "peso úmido")

Cn=carbono (%) do material n

Nn= nitrogênio (%) do material n

Mn= teor de humidade (%) do material n

**Tabela 2.** Proporções dos resíduos, quantidades e respectivas relação C/N de cada tratamento avaliado. (Apresentar os resultados da relação C/N)

Tratamentos	Resíduos	Proporções (Kg)	Quant. utilizada (Kg)	Relação C/N
T1	Lodo	-	10,000	1/31
Т2	Lodo	1,000	9,000	1/35
T2	Esterco	0,115	1,035	1/33

т2	Lodo	2,500	10,000	1/20
T3	Cinza	1,000	4,000	1/30
T4	Lodo	1,000	8,000	1/25
14	Grama	0,325	2,600	1/23
	Lodo	1,000	8,000	
T5	Grama	0,325	2,600	1/25
	Cinza	0,400	3,200	
_	Lodo	1,000	9,000	
T6	Cinza	0,400	3,600	1/35
	Esterco	0,115	1,035	
	Lodo	1,000	9,000	
Т7	Cinza	0,400	3,600	1/30
	Esterco	0,115	1,035	1/30
	Grama	0,325	2,925	

Após realização das misturas, os compostos foram acondicionados em recipientes plásticos (reatores) com capacidade volumétrica de aproximadamente 0,05m³, cortadas longitudinalmente (Figura 2). A fim de se facilitar manuseio e/ou evitar possíveis acidentes, bem como evitar proliferação de insetos e predação do material, estes reatores foram suspensos do chão 20 centímetros, acondicionados em banheiras e cobertos com sombrite 65%, permanecendo em ambiente coberto durante todo o período experimental.



Figura 1. Reatores instalados no interior de banheiras (a) e cobertos com sombrite (b).

O processo de compostagem foi dividido em duas etapas, conforme recomendado por Souza et al., (2017), sendo uma pré-compostagem, que ocorreu por 65 dias, necessário para estabilização da temperatura, e a compostagem propriamente dita, com duração de 55 dias.

Para o monitoramento do processo de compostagem, as temperaturas do ambiente e dos compostos foram monitoradas ao longo do período experimental, *in loco*, por meio de termo

higrômetro de marca Dilog DL7106 e modelo DT8820, enquanto pH e umidade dos compostos foram monitoradas aos 1°, 7°, 18°, 33°, 48°, 66°, 108° e 123° dias, conforme metodologias descritas em MAPA (2013), sendo as amostras conduzidas ao Laboratório de Pesquisas e Análises Químicas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Temperatura

A temperatura constitui o principal parâmetro de controle, devido a sua facilidade de monitoramento, sendo o fator que melhor indica a eficiência dos processos de compostagem (Silva, 2017b). De acordo com Kiehl (2012), a compostagem ocorre tanto em temperatura termofílica (45 a 85°C), quanto mesofílica (25 a 43°C), sendo que a faixa ótima estaria entre 50 a 70°C, em que 60°C seria a mais indicada.

Na Figura 2 estão apresentados os resultados do monitoramento de temperatura dos reatores e ambiental durante todo o período de pré-compostagem. Não houve monitoramento durante o período de vermicompostagem/compostagem, uma vez que, conforme Souza et al. (2017), ao final da pré-compostagem, o composto se apresenta com temperaturas estabilizadas.

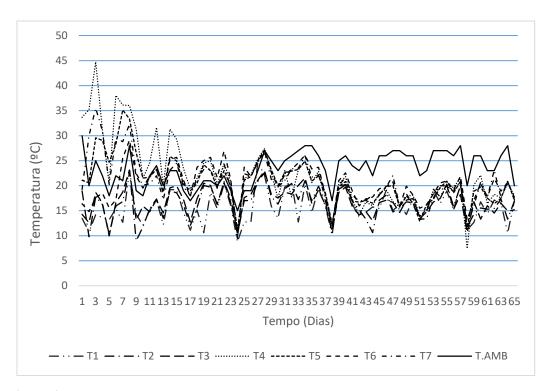


Figura 2. Variação das temperaturas ambientais e dos reatores durante a pré-compostagem.

Observa-se, na Figura 2, aumento nas temperaturas dos reatores em relação a temperatura ambiente, já nos primeiros dias de compostagem, indicando boa atividade microbiana, conforme Silva et al. (2017) e Costa et al. (2017).

Segundo Costa et al. (2017), o tipo de resíduo e suas características – como a qualidade do carbono, relação C/N, granulometria e porosidade – influenciam diretamente no

comportamento da temperatura de compostagem. Alguns dos resíduos utilizados, como a grama, apresenta carbono mais lábil, que favorece o ataque microbiano e, consequentemente, o rápido aumento na temperatura nos reatores. Para Silva et al. (2017), elevações de temperaturas estão associadas à degradação da matéria orgânica pelos microrganismos.

Embora tenham ocorrido elevações nas temperaturas nos diferentes reatores, a compostagem ocorreu, conforme Kiehl (2012), apenas na fase mesofílica, em que a degradação se deu de forma mais lenta devido às temperaturas moderadas (<43°C). Tal fato pode estar relacionado ao estado inicial do lodo de esgoto, que apresentava elevado teor de umidade, bem como ao pequeno volume de resíduos utilizados em cada reator.

Segundo Rodrigues et al. (2016), apesar da elevada carga orgânica, resíduos com elevada umidade interferem na atividade microbiana, inibindo a elevação de temperatura aos padrões característicos de uma fase termofílica. Para Cólon et al. (2010), Andersen et al. (2010) e Melo (2014), que também observaram picos isolados de temperatura, ou pouca oscilação em relação à temperatura ambiente em processos de compostagem, pequenos volumes de compostos apresentam baixa isolação térmica, sendo suscetível à variação de temperaturas do ambiente.

Outro fator que pode ter influenciado na temperatura é que o experimento foi conduzido em local coberto, sem incidência direta da radiação solar. De acordo com Juliato et al. (2011) e Peixoto e Fernandes (2016), a radiação solar direta ajuda a aumentar a temperatura do processo de compostagem, contribuindo para a degradação do composto orgânico.

Verifica-se que, a partir do 33° dia, a temperatura ambiente se encontra superior à temperatura dos reatores avaliados, indicando, segundo Kiehl (2012) e Matos (2014), a estabilização do composto. De acordo com Costa et al. (2017), o tempo de compostagem depende da tecnologia utilizada e do tipo de resíduo a ser compostado, mas, geralmente, varia de 25 a 35 dias para a primeira fase (da bioestabilização ou semi-maturação, quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas) e de 30 a 60 dias na segunda fase (maturação, quando ocorre a humificação).

#### 3.2. pH

A faixa de pH considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela compostagem situa-se entre 4,5 e 9,5, uma vez que a maioria das enzimas se encontram ativas nesta faixa de pH, sendo que os valores extremos são automaticamente regulados pelos microrganismos, por meio da degradação dos compostos, que produzem subprodutos ácidos ou básicos, conforme a necessidade do meio (Pereira Neto, 2011, Costa et al., 2015). Na Tabela 3 estão apresentados os valores de pH para os diferentes tratamentos avaliados ao longo do processo de compostagem.

**Tabela 3**. Valores de pH para os diferentes tratamentos avaliados ao longo do processo de compostagem, e respectivos testes de médias.

TRA				D	ias			
T	1	7	18	33	48	66	108	123
1	5,49 abD	5,29 abcD	4,93 abC	5,10 bcC	5,16 bcC	5,34 abcC	5,18 bc	5,14 bcE

2	5,51 cdD	5,17 deD	4,95 eC	5,15 deC	5,14 deC	5,26 cdeC	6,49 cB	7,16 aD
	3,31 CuD	3,17 deD		3,13 dec	J,14 ucc	cucc	0,49 CD	7,10 aD
	8,87		9,21	9,34	9,16			9,60
3	deAB	8,85 Ea	cdA	bcdA	cdeA	9,52 bcA	9,87 abA	abcB
			8,28					
4	6,07 eC	6,17 eC	aB	7,84 bB	7,86 bB	7,27 cdB	7,15 dB	7,54 cdC
			9,02					
5	8,69 dB	9,36 bcA	cA	9,16 bcA	9,31 bcA	9,31 bcA	9,94 aA	9,96 aA
		9,28	9,23					
6	9,01 cAB	bcAB	bcA	9,21 bcA	9,21 bcA	9,39 bcA	9,80 aA	10,06 aA
			9,12					
7	8,97 cAB	9,30 bcA	bcA	9,33 bcA	9,26 bcA	9,38 bcA	9,86 aA	9,91 aA

Trat – tratamento: DIAS – dias de monitoramento

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Verifica-se, na Tabela 3, que o Tratamento 1 (lodo de esgoto puro) proporcionou características ácidas dos compostos ao longo do processo de compostagem e, que a adição de outros resíduos ao lodo de esgoto, resultou em compostos com características próximas à neutralidade (5,5-8,0). No entanto, em todos os tratamentos avaliados, os valores de pH estavam no intervalo considerado adequado para ocorrência de boa degradabilidade, conforme Pereira Neto (2011) e Kiehl (2012).

De acordo com Costa et. al. (2016), no início do processo de compostagem, o ambiente fica ácido devido ao fato de que fungos e bactérias, ao digerirem a matéria orgânica, liberam ácidos que também são decompostos até serem completamente oxidados. Ainda segundo este autor, valores baixos de pH (abaixo de 4,5) são indicativos de falta de maturação/estabilização, e limitam a atividade microbiana.

Observa-se, ainda, que os tratamentos com adição de cinzas (T3, T5, T6 e T7) proporcionou características alcalinas ao composto, estando de acordo com o estudo desenvolvido por Souza et al. (2017), que também observaram alcalinidade do lodo de esgoto ao adicionarem cinzas de caldeira. Tal fato está relacionado ao elevado valor de pH das cinzas de caldeira, com valores próximos a 12, servindo, portanto, como condicionador de pH nos diferentes compostos.

De acordo com Kiehl (2010) e Marques et al. (2016), o material resultante da compostagem apresenta características de semicurado ou bioestabilizado, aproximando-se da humificação, uma vez que apresenta pH superior a 7,6, podendo ser aplicado sem receio junto com sementes e mudas.

Considerando-se a Instrução Normativa SDA/MAPA de 25/2009 (Brasil, 2009), que apresenta especificações técnicas para fertilizantes orgânicos, verifica-se que todos os tratamentos avaliados apresentaram compostos finais com valores de pH superiores ao mínimo exigido pela legislação para comercialização (pH mínimo de 6), a exceção do Tratamento 1 (lodo de esgoto puro), indicando a necessidade de se realizar a mistura do lodo com outros resíduos.

#### 3.3. Umidade

A umidade é condição importante para uma compostagem eficiente, pois a água é fator fundamental para a vida microbiana. A faixa de umidade ideal para o processo de compostagem deve estar entre 50% e 60%, sendo que para umidades inferiores a 40%, a atividade biológica é inibida, o que implica em baixa biodegradação e, para umidade superiores a 65%, a água ocupa os interstícios do composto, impedindo a passagem de ar e gerando condições de anaerobiose (Wojahn, 2016). Na Tabela 4 estão apresentados os teores de umidade nos diferentes tratamentos avaliados ao longo do processo de compostagem.

**Tabela 4.** Valores do teor de umidade (%) nos diferentes tratamentos avaliados ao longo do processo de compostagem, e respectivos testes de médias.

TRAT_	Dias							
11XA1 <u> </u>	1	7	18	33	48	66	108	123
	56,6	57,6	41,6	38,5		35,		33,
	3	9	6	4	35,83	19	34,10	18
1	aB	aBC	bcC	bcC	bcF	bcC	cF	cD
	44,9	50,5		43,9		38,	45,74	55,
	3	0	42,0	9	40,92	79	bcCD	45
2	bcC	abcC	1 cC	bcC	cEF	сC	E	abB
	48,5		47,9	43,3				
	0	48,2	1	0	43,22	29,		41,
	abc	8	abcB	abc	abcDE	87	37,98	15
3	C	abcC	C	C	F	сC	cEF	bcC
	63,3			61,2		60,		64,
	0	67,5	66,0	7		60		77
	bcA	3	7	bcA	65,40	cA	62,33	abc
4	В	abcA	abcA	В	abcA	В	bcAB	A
	65,1					54,		
	0		53,1	54,2		58	51,91	52,
	aA	66,9	4	0	55,58	bA	bBC	31
5	В	0 aA	bBC	bB	bBCD	В	D	bB
	47,7	50,7		51,9		48,		49,
	4	9	45,6	2	48,74	20		72
	abc	abcB	6	abc	abcC	abc	41,67	abc
6	C	C	bcC	В	DE	В	cDEF	В
				54,7				
	37,2		53,4	6		52,	56,76	53,
	9	65,6	0	bA	55,96	58	bAB	30
7	cD	7 aA	bBC	В	bBC	bB	C	bB

Trat – tratamento; Dias – dias de monitoramento

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Verifica-se que, na Tabela 6, os tratamentos avaliados, de maneira geral, apresentaram teores de umidade próximos àqueles considerados adequados à compostagem, a exceção do Tratamento 1 que, a partir do 33° dia, apresentou teores de umidade inferiores a 40%, perdurando esta situação até a finalização dos ensaios experimentais, o que implicaria, segundo Wojahn (2016) e Costa et. al (2016), em menores velocidades de degradação da matéria orgânica.

A variação do teor de umidade fora da faixa ideal observada em alguns reatores, mesmo sendo tendo ocorrido o monitoramento diariamente, está relacionada ao modo como era feita sua determinação *in loco*, uma vez que o teste manual requer muita prática e as variação pode não ser percebida durante a realização do teste, sendo detectada apenas durante as determinações laboratoriais pelo método da estufa. Também, fatores como a condução dos ensaios em local coberto e as condições atmosféricas locais podem ter influenciado no teor de umidade, uma vez que os reatores continham pequeno volume de compostos e não recebiam radiação solar direta, conforme verificado por Cólon et al. (2010), Andersen et al. (2010), Melo (2014), Juliato et al. (2011) e Peixoto e Fernandes (2016).

Ao final do processo de compostagem, alguns tratamentos avaliados apresentaram material compostado com teor de umidade superior àquele estabelecido pela Instrução Normativa SPA/MAPA 25/2009 (Brasil, 2009), que estabelece teor máximo de umidade para fertilizantes orgânicos mistos e compostos inferiores a 50%. Embora o teor de umidade não seja um parâmetro que reflita a estabilidade do composto, sua exigência serva para garantir que, ao ser comercializado, a maior parte do peso vendido seja referente ao composto e não a água.

Observa-se que o Tratamento 4 apresentou os maiores teores de umidade, estando próximo de 65%, indicando, conforme Kiehl (2012), necessidade de maior frequência de revolvimento dos compostos no reator. De acordo com Costa et al. (2016), com teores de umidade superiores a 65% ocorre compostagem sob condições anaeróbias, com decomposição mais lenta, podendo gerar lixiviados e odor, além de tornar a operação de reviramento difícil e com temperaturas menores, podendo não atingir temperaturas termofílicas, o que indicaria elevada contagem de patógenos.

# 4. CONCLUSÕES

Para as condições do experimento e de acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que:

A compostagem demonstrou ser um método eficiente para o tratamento de lodo produzido em estação de tratamento de efluentes de laticínios, produzindo fertilizantes de ótima qualidade;

Verificou-se que a estabilização do lodo de esgoto ocorre a partir de 33 dias e que a compostagem ocorre em temperaturas mesófilicas;

A vermicompostagem do lodo de esgoto pré-compostado mostrou-se tecnicamente inviável, causando a mortandade das minhocas inoculadas, devido a falta de alimento decorrente da produção do húmus, a baixa concentração de nitrogênio, onde limitou-se a atividade das minhocas e os níveis de condutividade elétrica acima do limite.

A adição de restos de poda de grama ao lodo de esgoto (Tratamento 4) no processo de compostagem proporcionaram as maiores reduções de peso e volume, adequado pH, teor de umidade e relação C/N.

Considerando-se a otimização do tempo e área disponível para compostagem, bem como os parâmetros de qualidade da Instrução Normativa SPA/MAPA 25/2009, a adição de grama ao lodo de esgoto passa a ser a técnica mais recomendada.

### 5. REFERÊNCIAS

AMERICAN, P. H. A. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. New York, 2012.

ANDERSEN, J. K.; BOLDRIN, A.; CHRISTENSEN, T. H. Waste Management, v.30, 2010.

BORLINI, M.C.; SALES, H.F.; VIEIRA, C.M.F.; CONTE, R.A.; PINATTI, D.G.; MONTEIRO, S.N. Cinza da Lenha para Aplicação em Cerâmica Vermelha — Características da Cinza. Artigo Revista Cerâmica. Rio de Janeiro, 2005.

BRAND, M. A. **Fontes de Biomassa para Geração de Energia**. Universidade do Planalto Catarinense, Santa Catarina, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no **25, de 23 de julho de 2009**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2009.

CÓLÓN, J.; BLANCO, J. M.; GABARRELL, X.; Resources, Conservation and Recycling, 2010.

COSTA, M. S. S. de M.; LORIN, H. E. F.; COSTA, L. A. de M.; **Performance of four stabilization bioprocesses of beef cattle feedlot manure**. Journal of Environmental Management, 2016.

COSTA, M. S. S. de M.; BERNARDI, F. H.; COSTA, L. A. de M. Composting as a cleaner strategy to broiler agro-industrial wastes: Selecting carbon source to optimize the process and improve the quality of the final compost. Journal of Cleaner Production, 2017.

COSTA M. S. S. de M.; COSTA L. A. M.; DECARLI L. D. Compostagem de resíduo sólido de frigorífico. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2009.

COSTA, M. S. S. de M.; COSTA, L. A. de M.; OLIBONE, D.; RODER, C.; BURIN, A.; KAUFMANN, A. V.; ORTOLAN, M. L. **Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaça de aves.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, 2005.

COSTA, A. R. S.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. F. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos. Revista Geama, 2016.

GOPINATHAN, M.; THIRUMURTHY, M. Feasibility Studies on Static Pile Co Composting of Organic Fraction of Municipal Solid Waste With Dairy Waste Water, 2012.

GUANZIROLI C. E. **Agroindústria Rural no Brasil: experiências bem e mal sucedidas.** Niterói: Universidade Federal Fluminense; 2010.

- JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J; CARDOSO, T. E. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para Instituições Públicas de Ensino Superior. Revista Gual., Florianópolis, 2011.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes Orgânicos. Piracicaba: Ceres, 1985.
- KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, 1998.
- KIEHL, E. J. Novos fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Editora Degaspari, 2010.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 6.ed. Piracicaba, 2012.
- MARQUES, V. C.; PIMENTA, A. F.; JÚNIOR, I. T.; Dal BOSCO, T. C., MICHELS, R. N. Compostagem de resíduos orgânicos domiciliares e poda de árvores: parâmetros físico-químicos. Blucher Engineering Proceedings, 2016.
- MATOS, A. T. **Tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos**. Viçosa: Editora UFV, 2014.
- MELO, S. L. de. **Análise do uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de São Domingos Bahia. Salvador.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2014.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos. Brasília, 2013.
- MORALES, A. B.; BUSTAMANTE, M. A.; MARHUENDA-EGEA, F. C. MORAL, R.; ROS, M.; PASCUAL, J. A. **Agri-food sludge management using different co-composting strategies: Study of the added value of the composts obtained**. Journal of Cleaner Production, 2016.
- PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; FARIAS, E. T. R. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. Revista Nativa, 2013.
- PEREIRA, A. P.; GONÇALVES, M. M. Compostagem doméstica de resíduos alimentares. Pensamento Plural: Revista Científica do UNIFAE, São João da Boa Vista, 2011.
- PEIXOTO, A. A.; FERNANDES, J. G. Utilização da Técnica de Compostagem: uma proposta para destinação final dos resíduos orgânicos gerados em um restaurante universitário. In: XIII Simpósio de excelência em gestão da tecnologia. Resende RJ, 2016.
- RAJ, D.; ANTIL, R. S. Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes. Bioresource Technology, 2011.
- RODRIGUES, A. C., BAUM, C. A., FORMENTINI, J., SHMACHTENBERG, N. Avaliação do processo de compostagem utilizando lodo de Estação de Tratamento de Efluentes de laticínio. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas UFSM, Santa Maria RS, 2016.
- SILVA, L. N. Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.
- SILVA, P. E. R. Influência da granulometria no processo de compostagem de resíduos sólidos vegetais. Dissertação (Mestrado em Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental).

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017a.

SILVA, P. E. R. Qualidade do composto orgânico em função da frequência de revolvimentos e das condições ambientais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017b.

SOUZA, A. V. D.; PIMENTA, A. F.; MARQUES, V. C.; PRESUMIDO, P. H.; SILVA, J. S.; BETIO, M. M.; DAL BOSCO, T. C.; PRATES, K. V. M. C. **Pré** -compostagem e vermicompostagem de lodo biológico de laticínio. In: Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas. São Paulo: Blucher, 2017.

WOJAHN G. T., **Proposta de um modelo de compostagem coletiva para um condomínio residencial em lajeado** – **RS.** Monografia. Bacharel em Engenharia Ambiental. Centro Universitário Univates. Lajeado-RS, 2016.

# Revista Ambiente e Água

### Instruções aos autores

### Escopo e política

A Revista AMBIAGUA agora publica artigos apenas em Inglês. Ela aceita submissões na área interdisciplinar, com inserção nas áreas de Ciências Ambientais, Recursos Hídricos, Hidrologia, Hidrogeologia, Engenharia Ambiental e Saneamento, Engenharia Florestal e Recursos Florestais, Ecologia, Aquicultura, Oceanologia e Recursos Pesqueiros, Agronomia, Agrometeorologia e Engenharia Agrícola, Mudanças Globais, Engenharia de Pesca e Zootecnia, Geografia, Geologia. Assim como, nas áreas de Sensoriamento Remoto, Geotecnologias e Análise Espacial, voltadas para o estudo da água ou das Ciências Ambientais.

Artigos de revisão inéditos poderão ser aceitos desde que apresentem análise crítica de assuntos da temática da revista, baseados em literatura atual de revistas científicas de grande impacto.

A partir de janeiro de 2017, somente submissões em inglês passaram a ser aceitas e a revista passou a ser bimestral. A partir de janeiro de 2018 a revista passou a adotar o sistema de publicação contínua mantendo a estrutura de volumes e números.

O manuscrito deverá ser original, destinado exclusivamente à AMBIAGUA (Revista Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science).

Taxas de submissão e publicação são cobradas de acordo com as instruções em: http://www.ambi-agua.net/splash-seer/?access=taxas.

A Revista adota o iThenticate / Corsscheck para identificação de plagiarismo.

### Declaração de Direito Autoral

Autores mantêm os direitos autorais pelo seu artigo. Entretanto, repassam direitos de primeira publicação à revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. Em contrapartida, a revista pode transferir os direitos autorais, incluindo direito de enviar o trabalho para outras bases de dados ou meios de publicação. A revista adota a licença CC BY 4.0.

### Processo de Revisão por Pares da AMBIAGUA

A cada edição, o Comitê Editorial selecionará, dentre os artigos considerados favoráveis para a publicação, àqueles que serão publicados por atenderem aos critérios acima e contribuírem para a internacionalização da revista. Não há nenhum comprometimento para seguir a ordem de submissão. A ordem depende do tempo de resposta dos revisores *ad hoc*, dos autores e da administração da revista. Todos os manuscritos submetidos serão examinados pelo editor para verificar se o conteúdo do manuscrito é apropriado para a revista e se o manuscrito foi preparado de acordo com as instruções para os autores. O editor poderá rejeitar o manuscrito se detectar erros relativos às instruções, redação inadequada, suspeita de má conduta (plágio) ou se, o trabalho não contiver suficiente mérito científico ou tecnológico. A partir de 2017, somente artigos com apelo internacional ou com grande impacto social serão encaminhados para a

avaliação dos pares. Uma vez superada essa fase, o editor poderá enviar o manuscrito a um ou dois membros do Comitê Editorial, para que sejam sugeridos pelo menos dois avaliadores *ad hoc* especialistas no tema do manuscrito proposto. Os avaliadores devem ser especialistas científicos, de reconhecida formação, que trabalham em áreas relacionadas com o tema do manuscrito e, portanto, devem estar plenamente capacitados para avaliar o manuscrito e recomendar a sua aceitação ou rejeição. Os avaliadores receberão o manuscrito, sem nenhuma identificação dos autores, e o formulário de avaliação para manifestarem seus comentários e recomendações sobre a aceitação, correção ou rejeição do manuscrito.

Em nenhuma etapa do processo, os avaliadores conhecerão a identidade dos autores, assim como, os autores não saberão a identidade dos avaliadores.

Depois de examinar as recomendações dos avaliadores, o editor tomará uma das seguintes decisões:

- 1. Aceitar o manuscrito com pequenas mudanças e, neste caso, o editor devolverá o trabalho aos autores com uma lista de pequenas correções a serem implementadas.
- 2. Caso contrário, optará por enviar a nova versão corrigida do manuscrito aos avaliadores. Os avaliadores *ad hoc* podem também indicar o desejo de rever o manuscrito após correções.

Quando receber a versão final do manuscrito, o editor se certificará de forma interativa de que as correções foram devidamente implementadas. Finalizadas as correções, ele informará aos autores sua aceitação e, após revisão de linguagem, referências, preparação do *layout* para publicação, os autores receberão as provas e o autor correspondente indicará as correções finais antes da publicação e ao retorná-las ele implicitamente autoriza a publicação e o ineditismo do artigo, assim como a ordem correta dos autores.

Erros tipográficos, artigos citados no texto que não aparecem nas referências e vice-versa, pequenas discrepâncias entre o resumo e o abstract são exemplos de pequenas mudanças. Quando houver modificações maiores, o editor devolverá o artigo com uma lista de sugestões que o autor responsável deverá atender para que o trabalho seja novamente considerado. Exemplos de modificações maiores incluem a análise de dados usando provas estatísticas, revisão de tabelas e figuras, repetição de experimentos, e mudanças substanciais na redação.

No caso de rejeição após análise dos avaliadores *ad hoc*, o editor informará aos autores as razões para não publicá-lo. Em geral, os motivos para rejeição envolvem o conteúdo do manuscrito não apropriado para a revista, violações graves da forma de publicação, manuscrito sem mérito científico e ou tecnológico. Rejeição imediata pelo Editor serão principalmente com base na falta de interesse internacional ou baixo impacto social ou texto com linguagem pobre e falta de adesão às instruções.

Submissões de manuscritos que tenham sido publicados em anais de simpósios, congressos, etc., assim como artigos traduzidos de periódicos científicos estrangeiros não devem ser submetidos. Publicações de um resumo ou uma apresentação oral em um evento científico não devem impedir o envio, mas elas devem fornecer informações novas substanciais para ser aceito. Artigos traduzidos não são aceitáveis, entretanto, artigos de revisão que apresentam análise crítica e atual poderão ser aceitos após avaliação.

A revista tem caráter científico. Seu público alvo inclui a comunidade acadêmica dos cursos de pós-graduação, assim como de instituições de pesquisa, especialmente da área Interdisciplinar, Ambiental e dos Recursos Hídricos.

### Forma e preparação de manuscritos

- I Os manuscritos submetidos devem ser originais, destinados exclusivamente a Ambi-Agua (Revista Ambiente & Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science).
- II A partir de janeiro de 2017, somente serão aceitos submissões em inglês. Todas as submissões têm que ser feita no sistema ScholarOne, depois de ler cuidadosamente todas as instruções e registrar-se em: <a href="https://mc04.manuscriptcentral.com/ambiagua-scielo">https://mc04.manuscriptcentral.com/ambiagua-scielo</a>
- III Os manuscritos submetidos à revista serão avaliados pelo Comitê Editorial e por Avaliadores Ad Hoc, de acordo com a especialidade, seguindo os critérios:
  - a) Interesse científico internacional ou grande apelo social;
  - b) Conteúdo técnico-científico;
  - c) Relevância científica;
  - d) Clareza e qualidade do texto;
  - e) Qualidade e adequação do conteúdo teórico.

Por favor, esteja ciente de que será considerado não ético retirar uma apresentação antes da decisão final da Comissão Editorial.

IV - Em cada edição, o Comitê Editorial selecionará, dentre os manuscritos favoráveis, aqueles que serão publicados com base nos critérios acima. Não há compromisso com a sequência de submissão ou tempo para tomada da decisão editorial (aceite ou rejeição). Isso depende da resposta dos revisores e dos autores e de limitações administrativas.

### Formatação do texto:

O artigo deverá ser submetido em formato texto (MS Office), não restringido por password para permitir edição. A publicação final será em pdf, html, epdf e xml. O artigo deve ser submetido com as seguintes características:

- **Linguagem:** Inglês de qualidade (EUA ou RU)
- **Tamanho da página:** equivalente ao tamanho do papel A4 (210 x 297 mm);
- Margens (superior, inferior, esquerda e direita): 2,5 cm;
- **Fonte**: Times New Roman, 12, espaço entrelinhas simples, em uma única coluna, com parágrafos alinhados à esquerda e à direita;
- Tamanho: os artigos serão analisados com base na qualidade e contribuição científica. Deverão ter no máximo de 10 páginas incluindo tabelas e figuras, que não devem ultrapassar o número de cinco (figuras mais tabelas). Nosso custo editorial é proporcional ao tamanho do artigo. Assim, artigos maiores são possíveis, porém, páginas adicionais a 10 serão cobradas, contadas após layout padrão da revista e após aceitação do artigo para publicação.

• Nos artigos em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão ser escritos também em português, sempre em ordem alfabética independente do idioma.

### • Primeira página:

Deverá conter apenas o título do trabalho, resumo e as palavras-chave, em letras minúsculas, separadas por "vírgula" e um ponto final após a última palavra-chave. Não deverá conter o nome dos autores, afiliação ou e-mail.

### • Tabelas e Figuras:

Deverão ser numeradas com algarismos arábicos consecutivos, indicados no texto e anexadas no local do artigo mais próximo e depois da chamada. Os títulos das figuras deverão aparecer na sua parte inferior, antecedidos da palavra **Figura** (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem em negrito, um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado, tabulado nos limites da figura, observando que o título da figura logo abaixo dela, não é em negrito. Os títulos das tabelas deverão aparecer na parte superior e antecedidos pela palavra **Tabela** (notar a primeira letra maiúscula e em negrito), um espaço, mais o seu número de ordem (**em negrito**), um ponto e espaço de um caractere, fonte 11, justificado. Nas figuras e tabelas, quando houver uma fonte de referência, a palavra "Fonte:" vem na parte inferior, seguida da referência, fonte 10, justificado. Títulos de tabelas, figuras e a fonte terminam sempre com ponto final. As figuras poderão ser coloridas, porém com boa resolução (300 dpi), contudo, os autores devem explorar todas as possibilidades para que o tamanho do arquivo não fique grande, mas preservando a qualidade das figuras.

As tabelas devem ser sempre inseridas **como texto**, jamais como figuras/imagens e não usar espaços ou "tabs" para formatar e sim tamanho das células/colunas/linhas. Todas as colunas devem ter um título. Figuras devem ter fontes legíveis, atentar para o tamanho do texto, alta resolução e inseridas como objeto quando se tratar de gráficos. Figuras não devem ter título na parte superior, só a legenda abaixo dela. Certifique-se de que elas sejam editáveis.

É possível inserir imagens em documentos sem deixar os arquivos grandes, basta seguir as instruções abaixo: Utilize arquivos de imagem em formato JPG, PNG ou GIF. Estes arquivos costumam ter bons padrões de qualidade e não consomem muito espaço em disco e memória;

Para inserir as figuras, não use Copiar/Colar (ou Ctrl+C/Ctrl+V), salve em seu computador as imagens que deseja inserir no documento;

Em seguida, acesse a opção de menu disponível para inserção de imagem do seu editor de texto (Ex: no MSWord e selecione a opção Inserir/Figura/do arquivo) e localize a imagem que deseja inserir no documento. Para finalizar, insira a imagem selecionada no texto.

Figuras que contêm mais de um gráfico ou imagem, designá-los com letras maiúsculas (sem parênteses e sem pontos após as letras) no canto superior esquerdo de cada painel, se possível.

Para as equações, usar o editor Equation do Microsoft Word ou MathType. Devem ser numeradas com a numeração entre parênteses e chamadas previamente no texto.

Envie as tabelas separadamente em Excel.

• Nota importante dos manuscritos em inglês: Todos os manuscritos escritos devem ser submetidos em inglês a partir de janeiro de 2017. Autores que não têm Inglês como primeira língua, devem ter seus manuscritos revisados por um profissional com bom conhecimento de Inglês para revisão do texto (vocabulário, gramática e sintaxe). As submissões poderão ser rejeitadas com base na inadequação do texto, sem exame de mérito científico.

### • Estrutura do artigo:

### • O artigo em INGLÊS deverá seguir a seguinte sequência:

TÍTULO em inglês, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios); ABSTRACT 14, negrito alinhado à esquerda (seguido de três Keywords, 11, negrito alinhado à esquerda em ordem alfabética); TÍTULO DO ARTIGO em português, 15, negrito, centralizado, primeira letra maiúscula, demais minúsculas (salvo nomes próprios); RESUMO (seguido de três Palavras-chave 11, negrito alinhado à esquerda, em ordem alfabética); 1. INTRODUCTION (incluindo revisão de literatura); 2. MATERIALS AND METHODS; 3. RESULTS AND DISCUSSION; 4. CONCLUSIONS; 5. ACKNOWLEDGEMENTS (se for o caso, deve incluir apenas o reconhecimento de agências de financiamento, explicitando o número do processo da agência apoiadora); e 6. REFERENCES. Os títulos de 1 a 6 deverão ser 14, negrito alinhados à esquerda.

Consulte o "Formulário de Avaliação" (<a href="http://www.ambi-agua.net/seer/files/review\_form.doc">http://www.ambi-agua.net/seer/files/review\_form.doc</a>) para verificar o conteúdo esperado de cada seção. Verifique os artigos já publicados para ver quais textos devem estar em negrito.

#### **UNIDADES**

- Unidades de medida: use sistema internacional com espaço após o número, e.g. 10 m ou, por exemplo, 10 km h-1, e não km/h. Observe a consistência toda vez que usar a mesma unidade.
- Verifique todos os símbolos Gregos e todas as figuras cuidadosamente.
- Escreva os números de um a nove por extenso, exceto se forem usados como unidades.
- Use um espaço entre unidades: g L-1, e não g.L-1, ou gL-1 exceto % (e.g. 10%) ou oC (15oC).
- Use o formato 24-h para tempo, com quatro dígitos para horas e minutos: 08h00; 15h30.
- **Subtítulos:** quando se fizerem necessários, serão escritos com letras iniciais maiúsculas, antecedidos de dois números arábicos colocados em posição à esquerda, separados e seguidos por ponto, 12, negrito, alinhados à esquerda.
- **Resumo:** deverá conter os objetivos, a metodologia, os resultados e as conclusões, devendo ser compostos de uma sequência corrente de frases em um único parágrafo e conter, **no máximo, 250 palavras**.

• **Citações**: no texto, as citações deverão seguir as recomendações da ABNT-NBR 10520 com as seguintes especificidades:

Colocar o sobrenome do autor citado com apenas a primeira letra maiúscula, seguido do ano entre parênteses, quando o autor fizer parte do texto. Quando o autor não fizer parte do texto, colocar, entre parênteses, o sobrenome, seguido do ano separado por vírgula. Mais de um autor, separam-se os sobrenomes pela conjunção "e" Mais de dois autores, a expressão et al. é colocada após o primeiro nome, não em itálico. Serão aceitas, preferencialmente, até 15 referências por artigo publicados recentemente na base SciELO (www.scielo.br) ou em revistas internacionais de alto impacto (níveis A/B do Qualis CAPES).

### • Exemplos de como citar:

Jones (2015), Jones e Smith (2009) ou (Jones, 2015; Jones e Smith, 2009), dependendo da construção da sentença. Mais de dois autores: Jones et al. (2014) ou (Jones et al., 2014). Comunicações pessoais ou dados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências; assim como Apud (citação indireta) não será aceita.

#### • Referências:

Sempre que a referência tiver doi, citá-lo no final da referência. Seguirão as recomendações da ABNT-NBR 6023, com especificidades da revista.

### • Exemplos de como escrever as referências bibliográficas:

#### Livros:

FALKNER, E. **Aerial Mapping**: methods and applications. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. 322 p.

### Capítulos de livros:

WEBB, H. Creation of digital terrain models using analytical photogrammetry and their use in civil engineering. In: **Terrain Modelling in Surveying and Civil Engineering.** New York: McGraw-Hill, 1991. p. 73-84.

### Artigos em Periódicos Científicos:

HADDAD, E.; SANTOS, C. L. dos; FRANCO Jr., R. S. Novas perspectivas sobre o Instituto da desapropriação: a proteção ambiental e sua valoração. Fórum de direito urbano e ambiental. Belo Horizonte. ano 6, n. 31, 17-25, jan./fev. p. MEYER, M. P. Place of small-format aerial photography in resource surveys. Journal of Forestry, Washington, 80. 1. 15-17. 1982. v. n. p. Observar que é importante identificar a cidade da edição e colocar um espaço entre as iniciais dos nomes.

Trabalhos apresentados em eventos (Impresso) (devem ser evitados, se essenciais):

DAVIDSON, J. M.; RIZZO, D. M.; GARBELOTTO, M.; TJOSVOLD, S.; SLAUGHTER, G. W. *Phytophthora ramorum* and sudden oak death in California: II Transmission and survival. In: SYMPOSIUM ON OAK WOODLANDS: OAKS IN CALIFORNIA'S CHANGING LANDSCAPE, 5. 23-25 Oct. 2001, San Diego, **Proceedings...** Berkeley: USDA Forest Service, 2002. p. 741-749.

- Trabalhos apresentados em eventos (meio eletrônico) (devem ser evitados, se essenciais):
- COOK, J. D.; FERDINAND, L. D. 2001. Geometric fidelity of Ikonos imagery. In: Annual Convention of American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 23-27 Apr., St. Louis. **Proceedings...** St. Louis: ASPRS, 2001. 1 CD-ROM.
  - Teses e Dissertações: Procurar citar os artigos derivados de teses e dissertações em revistas científicas, se não foram ainda publicados e essenciais, use a forma:
- AFFONSO, A. G. Caracterização de fisionomias vegetais na Amazônia oriental através de videografia aerotransportada e imagens LANDSAT 7 ETM+, 2003, 120f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.
  - o **Referências de sites na Internet** (não devem ser citadas, se absolutamente essenciais):
- DIAZ, H. F. Precipitation trends and water consumption in the southwestern United States. In: United States Geological Survey, 1997, Reston. **Web Conference...** Disponível em: <a href="http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/diaz/">http://geochange.er.usgs.gov/sw/changes/natural/diaz/</a>. Acesso em: 15 julho 2014.