

### **III-257 – REAPROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE CURTUME PARA COMPOSTAGEM: DIAGNÓSTICO DE UMA INDÚSTRIA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA**

**Aline Souza Sardinha<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Geologia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora do curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Ana Paula Santana Pereira<sup>(2)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás e Pós-graduanda em Recomposição de Áreas Degradadas e Alteradas pelo Instituto Federal do Pará (IFPA).

**Mayara Aires do Espírito Santo<sup>(3)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Suziane Nascimento Santos<sup>(4)</sup>**

Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Mestre em Geoquímica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora Assistente na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

**Carlos José Capela Bispo<sup>(5)</sup>**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professor Assistente da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Travessa Enéas Pinheiro, 2626 - Marco - Belém - PA - CEP: 66095-100 - Brasil - Tel: (91) 3131-1905 - e-mail: [alinesardinha@uepa.br](mailto:alinesardinha@uepa.br)

#### **RESUMO**

O Manejo dos resíduos sólidos oriundos do processo de curtimento é um desafio das indústrias desse setor. Uma alternativa do reaproveitamento dos resíduos sólidos é a fabricação de composto orgânico. Neste trabalho analisou-se o procedimento da compostagem como reaproveitamento de resíduos sólidos provenientes do processamento de couro visando dispô-lo corretamente, sem agredir a saúde humana e o meio ambiente. Para tanto, realizou-se um diagnóstico em uma indústria no município de Marabá/PA, com a coleta de dados realizada *in loco*, tendo como conteúdo informações da unidade industrial fornecidas pelos técnicos do empreendimento, observação do processo de produção, caracterização dos resíduos sólidos industriais, acondicionamento e destinação final. O reaproveitamento é realizado em cerca de 100% de resíduos da atividade de curtimento. Constatou-se que o reaproveitamento ocorre fora das instalações da empresa, a 25 km de distância. Outra ocorrência de reaproveitamento é a adição do rúmen bovino da unidade de frigorífico da empresa ao processo de compostagem, e também a destinação do resíduo com concentração de  $\text{Cr}^{3+}$  à uma empresa recicladora especializada. Os resíduos produzidos na atividade de curtimento e reaproveitados são as cinzas da caldeira, lodo do caleiro, lodo primário, carnaça, e o rúmen bovino, estes dispostos em leiras localizadas na fazenda do próprio empreendimento para o processo da compostagem. No final do processo, obteve-se um composto orgânico de boa qualidade e, de acordo com as normas vigentes, podem ser utilizados na agricultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Curtimento, meio ambiente, composto orgânico.

#### **INTRODUÇÃO**

Segundo Goedcke et al (2012), pode-se dividir as operações de processamento industrial do couro, a partir do couro cru (raw hide), em três estágios. As operações iniciais são chamadas beamhouse, compostas por: soaking, processo de curtimento, que consiste em promover a limpeza e hidratação do couro; liming, onde são adicionados cal e sulfetos, que elevam o pH e removem quimicamente os pelos; fleshing, que consiste em remover o tecido adiposo sob a pele, e o corte de partes indesejáveis do couro; e splitting, processo de corte horizontal que o padroniza o couro em altura.

Após as operações beamhouse estão às operações tanning, compostas por: deliming – retirada da cal utilizada no processo liming; bating – remoção de proteínas pelo uso de enzimas; pickling – redução de pH pela utilização de ácidos; tanning – adição de sais de cromo trivalente (Cromo III); e basification – elevação de pH. Ao final deste estágio obtém-se uma commodity, o wet blue (Godecke et al, 2012).

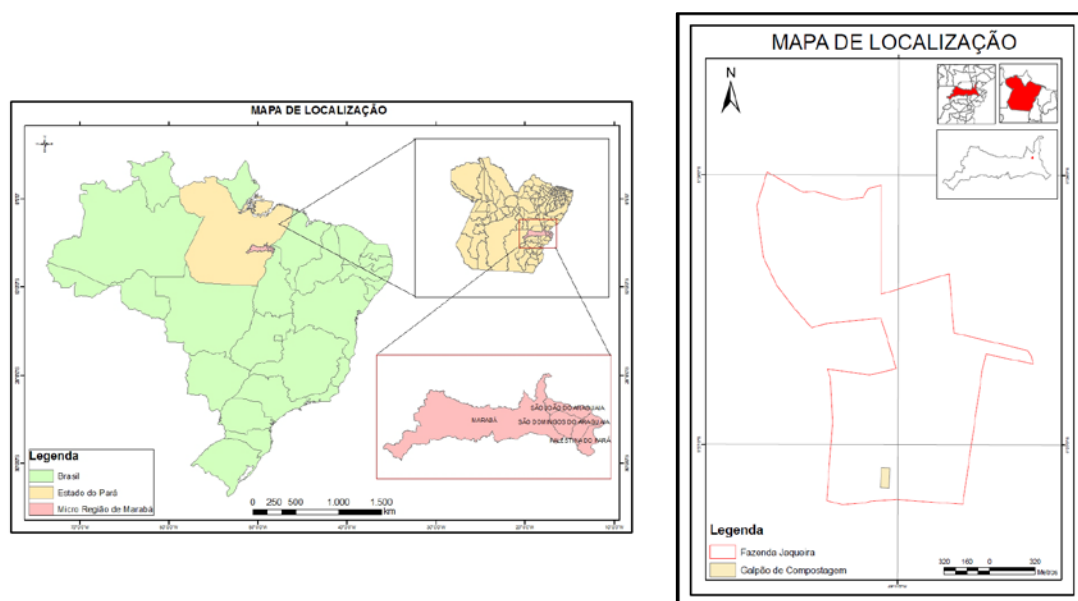
Os resíduos gerados no processo produtivo são: cinzas da caldeira, aparas salgadas, aparas de peles caleadas, carnaça, lodo do caleiro, resíduo orgânico de processo (sebo, soro, ossos, sangue, outros da indústria alimentícia, entre outros) bem como o lodo de estações de tratamento de efluentes de curtimento ao cromo.

A gestão dos resíduos sólidos para seu volume e composição tornam-se um grande desafio para a indústria de curteume. Este estudo foi realizado em uma indústria curtidora instalada há mais 16 anos na cidade de Marabá no Estado do Pará. O empreendimento contabilizava 140 funcionários e processava diariamente 1.700 peças de couros, tornando-se consequentemente uma grande geradora de resíduos sólidos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### • Localização da área de estudo

A indústria localiza-se no bairro Distrito Industrial na PA 150 no município de Marabá. Enquanto que a localização da área utilizada para o processo de compostagem situa-se a 25 Km da empresa na PA 150, Km 8, bairro Zona Rural, Gleba Sororó, denominada Fazenda Jaqueira. A área total da propriedade rural é de 195,7808 ha, estando entre as coordenadas geográficas: 5°27'04,59"S e 49°11'12,75"O (Figura 1).



**Figura 1 – Mapa de localização do município de Marabá e Planta do pátio de compostagem, delimitação dos pontos.**

### • Método de Análise Laboratorial

**Composto orgânico:** nas amostras das leiras os parâmetros químicos e biológicos foram realizados no Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo LTDA, Campinas - SP, e comparados com os parâmetros exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme Instruções Normativas correspondente.

Os parâmetros biológicos foram Coliformes Termotolerantes e Salmonela sp. conforme metodologia do Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater; e ovos viáveis de helmintos segundo a U.S. EPA 1992.

**As análises químicas foram:** pH, densidade, umidade perdida, matéria orgânica total, carbono orgânico, nitrogênio total (N tot.), nitrato (NO<sub>3</sub>), nitrito (NO<sub>2</sub>), amônia (NH<sub>4</sub>), fluoretos (F<sup>-</sup>), cloretos (Cl<sup>-</sup>), cianetos (CN<sup>-</sup>), fenóis (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), relação C/N (carbono orgânico/nitrogênio total), proteína, cobalto (Co), molibdênio (Mo), umidade a 65°C e a 110°C, matéria orgânica, cinzas, cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn), ferro (Fe), boro (B), arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg), sódio (Na), níquel (Ni), selênio (Se), cromo total (Cr tot.), cromo hexavalente (Cr<sup>+6</sup>), cromo trivalente (Cr<sup>+3</sup>), seguindo o método U.S.EPA, SW – 3051, determinados por ICP – AES e metodologia SMAWW, 3500-Cr B. Colorimetric Method.

**Análise do lodo:** proveniente do tratamento primário das águas residuárias utilizaram a metodologia U.S.EPA, SW-3051, determinação por ICP – AES fornecidas pela empresa curtidora. Os parâmetros: As, Cd, Pb, P, Hg, Ni, K, Se e Na. Após a secagem deste resíduo em uma centrífuga, o mesmo foi acondicionado em recipientes apropriados e pesados (Kg) para seguir o seu transporte à Fazenda onde realiza o processo de compostagem, a fim de incluí-lo às leiras.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Quantidade e caracterização dos resíduos sólidos industriais gerados

A partir dos dados obtidos através de formulários aplicados sobre o processo o produtivo e da compostagem aos responsáveis pelos mesmos na indústria avaliada, nos quais foi possível quantificar e caracterizar os resíduos sólidos gerados na indústria de curtimento de acordo com o apresentado no quadro 1.

**Quadro 1: Caracterização e quantificação mensal dos resíduos sólidos do curtume.**

Resíduos do processo industrial	
Tipos	Quantidades (ton.)
Carnaça da autoclave	12
Carnaça do caleiro	80
Lodo do caleiro	140
Lodo primário	240
Cinza da caldeira	2,5
Resíduo classe I (raspas do couro cromado e sacarias)	20
Rumem bovino	180
<b>Total</b>	<b>674,5</b>

Observou-se que a quantidade de resíduos gerados é 100% reaproveitada, a qual equivale a 494,05 ton/mês, ainda acrescentando 180 ton/mês do rumem bovino do frigorífico da empresa totalizando, desta forma, em 674,50 toneladas mensais de resíduos oriundos da fabricação de 44.200 toneladas de couro wet-blue mensais. O Reaproveitamento é de 95,3% no processo de compostagem e 4,7% reutilizados na fabricação de sabão, os resíduos classificados como classe I subtraí-se dos 4,7% são destinados ao co-processamento de cimentos à empresa Ecoblend – GO e reciclagem pela empresa Oliveira.

Os resíduos sólidos industriais foram classificados com base na Resolução CONAMA 313/2002 que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, referente aos resíduos de classe II ou classe III constantes nos quadros 02 e 03 sobre os resíduos de classe I na indústria de curtume.

**Quadro 2: Classificação dos resíduos da indústria de curtume.**

CÓDIGO DO RESÍDUO	DESCRIÇÃO DO RESÍDUO
	CLASSE II OU CLASSE III
A002	Resíduos gerados fora do processo industrial (escritório, embalagens, etc.)
A111	Cinzas de caldeira
A199	Aparas salgadas
A299	Aparas de peles caleadas
A499	Carnaça
A599	Resíduos orgânico de processo (sebo, soro, ossos, sangue, outros da indústria alimentícia, etc)
A899	Lodo do caleiro

Fonte: BRASIL, 2002.

**Quadro 3: Classificação dos resíduos sólidos de classe I na indústria de curtume.**

CÓDIGO DO PRODUTO	CLASSE I
K195	Lodo de estações de tratamento de efluentes de curtimento ao cromo

Fonte: BRASIL, 2002.

### Qualidade do composto

#### *Parâmetros Químicos*

O produto obtido após cerca de 120 dias de compostagem, em geral, apresentaram um aspecto escuro e odor típico de material decomposto (figura 2). Entretanto, devido à grande quantidade ainda de material grosseiro como pregos e pedras devido às cinzas da caldeira, concluiu-se que a etapa de peneiramento está sendo incompleta e que os materiais grosseiros que não farão parte da compostagem não estão sendo removidos quando os resíduos são misturados para decomposição. Destaca-se, que a mistura de resíduos com características diferenciadas favorece a compostagem gerando um equilíbrio da umidade, dos nutrientes, da relação C/N e favorece estruturação física da leira de compostagem.



**Figura 2 - Composto Orgânico.**

A empresa procura atender os padrões exigidos pelo MAPA/SDA através de análises laboratoriais, portanto, após o preparo do composto orgânico desenvolvido no processo de compostagem, as amostras foram submetidas à etapa de análises, cujos parâmetros avaliados, são comparados com as exigências normativas, e com os valores estabelecidos para o composto no Brasil através das Instruções Normativas (IN) 25/2009 e 27/2006 do MAPA/DAS, encontram-se no quadro 4.

**Quadro 4: Qualidade do composto orgânico e comparação com as IN 25/2009 e IN 27/2006.**

Determinações	Exigência MAPA (IN 25 e IN 27)	
	Leira 2	
pH	7,34	(mín.) 6,0
Densidade (g/m <sup>3</sup> )	0,84	Conforme declarado (1)
Umidade perdida entre 60-65°C (%)	40,48	(máx.) 50
Umidade perdida entre 60-110°C (%)	42,95	conforme declarado
Matéria orgânica total (combustão)%	18,31	conforme declarado
Carbono orgânico (%)	11,43	(mín.) 15
Nitrogênio total (N) (%)	0,91	(mín.) 0,5
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) total (%)	0,91	conforme declarado
Potássio (K <sub>2</sub> O) total (%)	0,12	conforme declarado
Cálcio (Ca) total (%)	8,53	(mín.) 1,0
Magnésio (Mg) total (%)	0,18	(mín.) 1,0
Enxofre (S) total (%)	2,16	(mín.) 1,0
Relação C/N (C orgânico e N total) (%)	7,34	(máx.) 20
Cobre (Cu) total (%)	0,001	(mín.) 0,05
Manganês (Mn) total (%)	0,016	(mín.) 0,05
Zinco (Zn) total (%)	0,025	(mín.) 1,0
Ferro (Fe) total (%)	2,75	(mín.) 0,2
Boro (B) total (%)	0,028	(mín.) 0,03
Arsênio (Ar) (mg/kg)	<0,1	20
Cádmio (Cd) (mg/kg)	<0,1	3
Chumbo (Pb) (mg/kg)	<0,2	150
Mercurio (Hg) (mg/kg)	<0,2	1
Níquel (Ni) (mg/kg)	2,4	70
Selênio (Se) (mg/kg)	50,4	80
Cromo total (Cr) (mg/kg)	143,37	200

(1) É obrigatória a declaração no processo de registro de produto.

O teor de Ni e Ca no composto orgânico na leira 2 foi superior aos estabelecidos pelas IN. Os teores de P e K estão de acordo com as exigências do MAPA (quadro 4) sendo necessária a declaração conforme declarada do processo quanto ao registro do produto. Nota-se ainda, que os valores de N e P mostraram-se superiores ao teor de K.

Quanto aos micronutrientes constatou-se que os compostos orgânicos não diferiram significativamente entre si quanto aos teores de B, Cu e Mn; já o teor de Fe foi mais elevado em comparação àqueles, isso deve-se ao fato de que como as leiras estão expostas no solo sem proteção este teor pode ter acrescido do mesmo, segundo a Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (2010). Porém estão de acordo com as exigências estabelecidas pelo MAPA/SDA.

O composto orgânico apresentou valores de pH favoráveis à norma estabelecida, a qual exige valor de no mínimo 6,0.

A relação C/N apresentou-se de acordo com os padrões das Instruções Normativas, com exceção da concentração de carbono orgânico apresentando um valor inferior aos limites estabelecidos no anexo V da Instrução Normativa Nº 27 (MAPA/SDA). A baixa relação C/N pode ter sido influenciada pela condução da compostagem, já que a origem, bem como o tipo de material utilizado na confecção das leiras foi o mesmo, diferindo apenas no fato de não serem cobertas. A incidência de chuvas durante período estudado, tenha proporcionado na lixiviação de nutrientes, diminuindo assim a sua concentração em alguns parâmetros no produto final.

Para a umidade, a literatura cita o ideal inicial em torno de 60% e decresce lentamente até chegar a 30%. O valor da umidade no quadro 4 mostra a umidade variando em torno de 40 a 43%, permitindo uma umidade

ideal para a eficiência da compostagem e, ainda, admitindo os valores exigidos pelas Instruções Normativas do MAPA/SDA.

Os teores de metais Ar, Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, Se na sua presença no composto estão relacionados à compostagem da fração orgânica proveniente dos resíduos contaminados por esses elementos durante a atividade e vai depender de fatores como o pré-tratamento da matéria-prima, grau de industrialização da empresa no município, época do ano, técnica de amostragem, procedimento de análise, processo de compostagem, eficiência de controle do processo e grau de maturação do composto produzido.

Ao comparar os teores de metais pesados com a IN 27/2006 do MAPA, estes estão de acordo com os requisitos estabelecidos pela norma.

#### **Parâmetro de maior relevância: Cromo**

Especificamente no que se refere ao Cr a IN utilizada para comparação é a 46/2011 pois trata de uma melhor descrição da quantidade deste metal pesado. O teor de Cr total e hexavalente, estão descritos no quadro 5.

**Quadro 5: Resultado analítico do Cromo no composto orgânico comparado ao limite máximo da IN 46/2011.**

Parâmetro	Resultado (mg/Kg-1)	Limite Máximo (mg/Kg)
Cr Total	143,79	70
Cr Hexavalente (Cr <sup>+6</sup> )	0,20	0,0

De acordo com a IN 46/2011, os teores de Cr estão em desacordo com os valores estabelecidos pela norma vigente. Visto, que os problemas advindos do Cr a partir da utilização do composto em plantas, poderá causar prejuízos nas mesmas como alteração no crescimento e nas funções enzimáticas, clorose nas folhas, danificação nas células radiculares e causa alterações nas estruturas ultraestruturas da membrana celular e cloroplastos (MARTINS, 2009).

Para Silva e Araújo (2011), as consequências expostas acima, poderão apresentar situações variáveis e isso dependerá da espécie da planta a ser cultivada e da dose de Cr que será injetada no solo para o cultivo das mesmas.

#### - Parâmetros Físicos**

Foram analisados temperatura, umidade e pH do composto durante o processo de desenvolvimento da compostagem. São importantes indicadores da eficiência do processo, estando diretamente relacionados com a atividade metabólica dos microorganismos.

Utilizou-se um termômetro digital (figura 3), para medição da temperatura da leira inicialmente com valor de 70°C, o que esteriliza o material, eliminando vetores de doenças e neutralizando as sementes de ervas invasoras. No final do processo, a temperatura, atingindo a ambiente, ocorrendo, assim, a fase de estabilização do composto, apresentando-se quebradiço e livre de moscas e odores desagradáveis (figura 4), de acordo com o que se espera com o composto orgânico estabilizado (Pereira Neto, 1989).



**Figura 3: Termômetro digital.**



**Figura 4: Composto orgânico pronto para utilização.**



- **Parâmetros microbiológicos**

No que se refere aos parâmetros microbiológicos, os resultados estão expostos no quadro 6, bem como com a comparação dos mesmos com a IN 27/2006

**Quadro 6 - Resultados microbiológicos e limites máximos de contaminantes admitidos em compostos orgânicos segundo IN 27/2006.**

Parâmetro	Unidade	Resultado	V.M.P.(1)
Coliformes Termotolerantes	NMP(2)/g de MS	0,36	1000,00
<i>Salmonella sp</i>	P – A(3)/10g	Ausente	Ausência em 10g de MS(5)
Ovos viáveis de helmintos.	Ovos/4g de ST(4)	Ausente	1,00 em 4g de ST

(1) V. M. P. = Valor máximo Admitido. (2) N. M. P. = Número Mais Provável. (3) P – A = Presença – Ausência. (4) S. T. = Sólidos Totais. (5) M. S. = Matéria Seca.

Os resultados encontrados para coliformes termotolerantes, *Salmonella sp.* e ovos de helmintos demonstram que a compostagem ocorreu de maneira esperada a partir de comparação com os parâmetros da IN nº 27 do MAPA.

Ainda no quadro 6 verifica-se a ausência de microorganismos patogênicos no composto final, sendo um resultado extremamente importante, visto vez, que o composto estabilizado será utilizado em aplicações às quais as pessoas vão estar diretamente expostas, como exemplo, o plantio direto. O controle desses microorganismos pode ser facilmente alcançado, quando o processo é eficiente e controlado. De acordo com Pereira Neto (1989) a maior parte dos microorganismos patogênicos é destruída às temperaturas e tempos de exposição utilizados nas operações de compostagem.

- **Qualidade do lodo para a compostagem**

O lodo é um componente relevante em se tratando da concentração de metais pesados nesse material. Com isso, a quantificação da presença desses parâmetros (quadro 7) torna-se essencial.

**Quadro 7: Resultado de teores totais de metais pesados do lodo primário.**

Parâmetro	Resultado (mg/Kg)	Limite Máximo (mg/Kg-1)
Arsênio	0,00	20
Cádmio	<0,1	0,7
Chumbo	<0,2	45
Mercurio	<0,2	0,4
Níquel	2,40	25
Selênio Se	50,4	80

De acordo com a IN nº 27/2006, os parâmetros observados no quadro 7, no que diz respeito aos metais pesados, encontram-se nos limites dos valores estabelecidos pela norma em questão.

Em se tratando do Ar, considerado uma substância inorgânica bastante perigosa à saúde humana e observou-se que este não foi encontrado nas análises do lodo (ANDRADE, 2011).

Já o Pb apresentou significativo valor abaixo dos limites da norma vigente, sendo importante ressaltar a importância dessa quantificação, pois de acordo com Andrade (2011), o Pb é um dos maiores poluentes do meio ambiente e, também, muito tóxico ao homem.

O teor de Cd apresentou-se nos limites estabelecidos da IN nº 27/2006. Andrade (2011) frisa que este elemento não é essencial às plantas, porém é eficientemente absorvido tanto pelas raízes quanto pelas partes aéreas da planta.

## CONCLUSÃO

Foi observado que 100% do quantitativo referente as 674,5 toneladas de resíduos sólidos geradas por mês na indústria analisada são reaproveitados, dos quais 95,3% são utilizados para a compostagem e 4,7% para co-processamento de cimentos e fabricação de sabão.

De maneira geral os compostos produzidos apresentaram boa qualidade quando comparados com os parâmetros estabelecidos pelas IN 25/2009 e 27/2006 ao MAPA para um composto orgânico a ser aplicado na agricultura, exceção foi verificada nos resultados cromo total e hexavalente pois estão em desacordo com estabelecido pela IN 46/2011.

A análise do lodo demonstrou que todos os parâmetros analisados estão em conformidade a IN nº 27/2006 do Ministério da Agricultura e Abastecimento.

Ao final do período de aproximadamente 5 meses de maturação, o composto orgânico adquiriu características fundamentais a um composto de qualidade a partir da observação dos resultados obtidos das análises laboratoriais e comparadas às normas exigidas.

Por fim verificou-se que a compostagem a partir dos resíduos da indústria de curtume foi uma opção viável a nível ambiental e social, porém se recomenda a continuação dos estudos a fim de avaliar tanto a qualidade do composto como sua influência do uso deste no solo e nas possíveis culturas adubadas com o mesmo, especialmente em função dos resultados obtidos do cromo total e cromo hexavalente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, Maurício Gomes de. Elementos-traço As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn em latossolos e plantas de milho após treze aplicações anuais de lodo de esgoto. 2011. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.
2. BRASIL. Instrução Normativa SDA Nº 25, de 23 de JULHO de 2009. Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura, na forma dos Anexos à presente Instrução Normativa. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-25-de-23-7-2009-fertilizantes-organicos.pdf/view> >. Acesso em 15/04/19.
3. BRASIL. Instrução Normativa SDA Nº 27, de 05 de Junho De 2006 (Alterada pela IN SDA no 7, de 12/04/2016, republicada em 02/05/2016) estabelece acerca dos fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nos Anexos I, II, III, IV e V desta Instrução Normativa no que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-sda-27-de-05-06-2006-alterada-pela-in-sda-07-de-12-4-16-republicada-em-2-5-16.pdf> > Acesso em 15/04/2019.
4. BRASIL. Instrução Normativa SDA No 46, de 06 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção, na forma desta Instrução Normativa e de seus Anexos I a VIII. (Redação dada pela Instrução Normativa 17/2014/MAPA). Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/produtos-fitossanitarios/IN46.2011alteradapelaIN17.2014epelaIN35.2017.pdf> > Acesso em 14/04/2019.
5. CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA no 313, de 29 de outubro de 2002 Publicada no DOU nº 226, de 22 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 85-91. Dispõe sobre o inventário nacional de resíduos sólidos industriais.
6. GODECKE et al. Resíduos de curtumes: estudo das tendências de pesquisa. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (e-ISSN: 2236-1170) v.7, n. 7, p. 1357-1378, 2012.
7. MARTINS, Vanessa. Eficiência agrônômica de hidrolisado de couro e resíduo de recurtimento. 2009. 127 f. Dissertação (Mestre em Ciências do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.



8. PEREIRA NETO, João Tinôco. Conceitos modernos de compostagem. Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, abr/jun 1989.
9. PEREIRA NETO, João Tinôco. Manual de compostagem – Processo de baixo custo. Belo Horizonte: UNICEF, 56p, 1996.
10. SILVA, Daniele Mozzini; ARAÚJO, Fabio Fernando de. Uso de lodo de curtume na composição de substratos para produção de mudas de reflorestamento. Colloquium Agrariae (UNOESTE), v. 7, n. especial, 2011. p. 189-197.