

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**  
**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**  
**RESOLUÇÃO Nº 375, DE 29 DE AGOSTO DE 2006**

*Define critérios e procedimentos, para o uso **benéfico, em solos, agrícola** de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.*

**J1:** Ao estabelecer somente critérios e procedimentos somente para uso agrícola, a Resolução omite outros usos de lodo de esgoto em solos (como a recuperação de solos e de áreas degradadas e a aplicação em locais urbanos, como praças e jardins), sendo falha nesse sentido, pois não existe outra Resolução Conama que aborde essas formas de uso.

**J2:** O termo uso benéfico em solos foi adotado visando indicar o uso produtivo do lodo de esgoto, em comparação com a mera disposição final improdutiva em aterros sanitários, disposição superficial no solo ou incineração. O termo ressalta os aspectos benéficos do lodo de esgoto, valorizando a reciclagem de nutrientes e as propriedades condicionadoras de solo.

O termo uso benéfico em solos se enquadra no estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros aspectos:

- Quanto às definições:

VII - **destinação final ambientalmente adequada:** destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

XIV - **reciclagem:** processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa.

- Quanto ao princípio:

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania

- Quanto aos objetivos:

I - **proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;**

**II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;**

**III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;**

**IV - adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;**

**J3: Uso padronizado do termo lodo de esgoto (ABNT NBR 12209/2011) e não lodos de esgoto, pois os dois termos são utilizados no texto da Resolução Conama 375/06.**

**J4: Retirada do termo “produto derivado” pois, sua existência causa ambiguidade com os dispositivos das legislações sobre fertilizantes, inoculantes e corretivos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), os quais consideram o lodo de esgoto como matéria prima proveniente do sistema de tratamento de esgotos sanitários, possibilitando um produto de utilização segura na agricultura, atendendo aos parâmetros estabelecidos e aos limites máximos estabelecidos para contaminantes (Instrução Normativa SDA n. 25, de 23 de julho de 2009). Além disso, já existem no Brasil vários produtos registrados pelo MAPA, que contém lodo como uma de suas matérias primas. Dessa forma, a Resolução aplica-se a lodo de esgoto sanitário a ser destinado para uso benéfico em solos conforme definição incluída na presente proposta (lodo de esgoto sanitário que atende os critérios microbiológicos e químicos estabelecidos nesta Resolução estando, dessa forma, apto a ser aplicado ao solo).**

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando que a produção de ~~lodos~~ **lodo** de esgoto é uma característica intrínseca dos processos de tratamento de esgotos e tende a um crescimento no mínimo proporcional ao crescimento da população humana e a solução para sua ~~disposição~~ **destinação final adequada** é medida que se impõe com urgência;

**J5: Padronização do termo lodo e do termo esgoto (J3), bem como substituição do termo disposição por destinação, de acordo com definição estabelecida na Lei nº 12.305 de 2010. Uma vez que disposição final ambientalmente adequada é definida como distribuição**

**ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;**

Considerando que ~~os lodos~~ **o lodo** de esgoto correspondem a uma fonte potencial de riscos à saúde pública e ao ambiente e potencializam a proliferação de vetores de moléstias e organismos nocivos;

Considerando que devido a fatores naturais e acidentais os lodos de esgotos ~~são resíduos que podem~~ conter metais pesados, compostos orgânicos persistentes e patógenos em concentrações nocivas à saúde e ao meio ambiente;

**J6: Retirada do termo resíduo em consonância com a Lei nº 12.305 de 2010 e com a definição de lodo de esgoto sanitário a ser destinado para uso benéfico em solos estabelecida nesta proposta.**

Considerando a necessidade de ~~dispor os~~ **destinação** de lodos provenientes das estações de tratamento de esgoto sanitário de forma adequada à proteção do meio ambiente e da saúde da população;

Considerando que o lodo de esgoto sanitário constitui fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas e que sua aplicação no solo pode trazer benefícios ~~à agricultura~~ **às características físicas, químicas e biológicas do solo e ao desenvolvimento vegetal;**

**Ver J1**

~~Considerando que o lodo de esgoto é um resíduo que pode conter elementos químicos e patógenos danosos à saúde e ao meio ambiente;~~

**J7: Retirada deste considerando, pois está redundante com o segundo considerando.**

Considerando que o uso ~~agrícola~~ do lodo de esgoto **em solos** é uma alternativa que apresenta vantagens ambientais, quando comparado a outras práticas de destinação final; e

Considerando que a aplicação do lodo de esgoto ~~na agricultura~~ **sanitário em solos** se enquadra nos princípios de **reciclagem e** reutilização de resíduos de forma ambientalmente adequada, **em consonância com a Lei 12.305/2010**, resolve:

**Ver J2**

## Seção I

### Das Disposições Preliminares

Art. 1º. Esta Resolução estabelece critérios e procedimentos para o uso, ~~em áreas agrícolas,~~ **benéfico, em solos**, de lodo gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário ~~e seus produtos derivados,~~ visando benefícios à agricultura e evitando, **minimizando** riscos à saúde pública e ao ambiente.

**J8:** Substituição da palavra “evitando” pela palavra “minimizando”, de forma que a Resolução deixe claro o reconhecimento da existência de risco por menor que seja. Segundo Bastos et al. (2009): “*Atualmente reconhecem - se as seguintes abordagens para o estabelecimento de critérios de qualidade para diversos usos da água, e por extensão de bio sólidos (BLUMENTHAL et al., 2000; WHO, 2004; WHO, 2006): (i) a ausência de riscos potenciais (perigos), caracterizada pela ausência de organismos indicadores e, ou, patogênicos na água ou nos bio sólidos; (ii) a medida de risco atribuível à utilização da água, ou de bio sólidos, dentre uma população exposta; (iii) a estimativa do risco atribuível mediante o emprego de modelos probabilísticos.*

*A primeira tem sido referida como abordagem do ‘risco nulo’, criticada por sua fragilidade em termos de fundamentação epidemiológica (BLUMENTHAL et al., 2000, CARR et al., 2004). Nas duas abordagens seguintes, a medida ou a estimativa do risco são contrapostas ao ‘nível de risco tolerável’. Com a medida do risco, buscam - se evidências epidemiológicas de associação entre uma determinada prática de uso de água, ou de bio sólidos, e a ocorrência de agravos / doença na população (por exemplo: risco relativo, risco atribuível). Entretanto, essa abordagem apresenta dificuldades práticas, por depender de um eficiente serviço de vigilância epidemiológica e, ou de complexos estudos epidemiológicos. Assim, a metodologia de Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico (AQRM), de forma conjunta aos estudos epidemiológicos clássicos, tem subsidiado a formulação ou a discussão sobre normas e critérios de qualidade da água e de bio sólidos (FEWTRELL e BARTRAM, 2001; WHO, 2004; WHO, 2006; EINSEMBERG et al., 2006; MARA et al, 2007; EINSEMBERG et al., 2008; NAVARRO et al., 2008).”*

~~Parágrafo único.~~ § 1º. Para a produção, compra, venda, cessão, empréstimo ou permuta do lodo de esgoto ~~e seus produtos derivados,~~ **sanitário**, além do previsto nesta Resolução, deverá ser observado o disposto no Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que ~~regulamenta~~ **aprova o regulamento** da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980 **com as alterações dos Decretos nos 8.059 de 26 de julho de 2013 e 8.384 de 29 de dezembro de 2014**, que dispõe sobre a inspeção

e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes, **remineralizadores e substratos para as plantas** destinados à agricultura, e dá outras providências.

**J9: Acréscimo dos Decretos e do texto devido à atualização da Lei.**

§ 2º. Esta Resolução não se aplica a lodo gerado em estação de tratamento de esgoto sanitário registrado como produto no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

**J10: Ver J4.** Acrescenta-se que a IN SDA n. 25/2009 estabelece no item II do § 7º que para o registro dos produtos das classes B, C e D, deverá ser informado: para as matérias-primas de origem agroindustrial, industrial ou urbana, utilizadas para fabricação de fertilizantes orgânicos das Classes B, C e D, descritas no art. 2º, desta Instrução Normativa, deverá ser apresentada licença ambiental de operação do estabelecimento aprovando o uso destes materiais, ou manifestação do órgão de meio ambiente competente, sobre a adequação de seu uso na agricultura, sob o ponto de vista ambiental;

Art. 2º. Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - agentes patogênicos: bactérias, protozoários, fungos, vírus, helmintos **ou outros organismos** capazes de provocar doenças ~~ao hospedeiro~~;

**J11: Adequação da definição, por sua redundância.**

II - Anotação de Responsabilidade Técnica (ART): instrumento que define, para efeitos legais, os responsáveis técnicos pela execução de obras ou prestação de serviço;

**J12: Definição necessária devido à sua citação no texto, principalmente no que se refere a licenciamento. Definição de acordo com a Resolução nº 1.025/ 2009 do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea).**

III - aplicação no solo: ação de aplicar o lodo de esgoto sanitário ~~ou produto derivado~~ uniformemente; **a qual pode ser efetuada** a) sobre a superfície do ~~terreno~~ solo (seguida ou não de incorporação); b) em sulcos; c) em covas; d) ou por injeção subsuperficial;

**J13: Adequação para melhor entendimento do texto.**

~~III - áreas agrícolas: áreas destinadas à produção agrícola e silvicultura~~

**J14:** Não há necessidade da definição, em virtude do novo contexto de aplicação do lodo, o qual inclui todos os usos benéficos em solos.

IV - área degradada: toda área que por ação natural ou antrópica teve suas características originais alteradas além do limite de recuperação natural dos solos, exigindo, assim, a intervenção do ser humano para sua recuperação;

**J15:** Há necessidade da definição, em virtude do novo contexto de aplicação do lodo, o qual inclui todos os usos benéficos em solos. Definição de acordo com NOFFS; GALLI e GONÇALVES (2000).

IV - áreas de aplicação do lodo de esgoto sanitário: áreas agrícolas tecnicamente adequadas, nas quais em que é feita a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado é aplicado no solo;

**J16:** Há necessidade da definição, em virtude do novo contexto de aplicação do lodo, o qual inclui todos os usos benéficos em solos.

VI - atratividade de vetores: característica do lodo de esgoto ou produto derivado, derivado, não tratado ou tratado inadequadamente, sanitário de atrair roedores, insetos ou outros vetores de agentes patogênicos, como por exemplo, roedores, insetos e pássaros.

**J17:** Alteração com o objetivo de melhorar a clareza do texto.

VI - carga acumulada teórica de uma substância inorgânica:

a) somatório das cargas aplicadas;

b) somatório (taxa de aplicação X concentração da substância inorgânica no lodo de esgoto ou produto derivado aplicado);

**J18:** Retirada do item, pois a descrição de cálculo é realizada na Seção VII.

VII - concentração de microrganismos: número de microrganismos presentes no lodo de esgoto ou produto derivado por unidade de massa dos sólidos totais (base seca);

**J19:** Retirada do item, pois a definição é a mais adequada; rigorosamente o mais correto seria contagem de organismos.

VII - beneficiamento do lodo de esgoto sanitário: conjunto de processos de tratamento ou beneficiamento do lodo de esgoto sanitário que visa sua transformação em um produto de uso benéfico em solos, do ponto de vista agrônomo, sanitário e ambiental.

**J20:** Inclusão necessária em virtude do novo contexto da Resolução, no qual o lodo a ser destinado para uso agrícola, que atende aos critérios estabelecidos na presente proposta, é um produto, resultante do processo de beneficiamento de um resíduo, em consonância com o estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

VIII - caracterização de lote de lodo de esgoto sanitário: resultados de análises laboratoriais de variáveis químicas e microbiológicas de uma amostra representativa de um lote de lodo de esgoto sanitário a ser destinado para o uso benéfico, em solos.

**J21:** Inclusão necessária, pois o texto atual da Resolução Conama 375/06 é contraditório em relação aos procedimentos para caracterização de lote de lodo de esgoto e de monitoramento do lodo de esgoto. A dificuldade de entendimento em relação a esses aspectos é agravada pela falta de definição e diferenciação entre os termos: “caracterização” e “monitoramento”, principalmente quando da leitura da Seção II - Frequência de monitoramento do lodo de esgoto ou produto derivado e do Anexo IV.

IX - dose de aplicação: quantidade de lodo de esgoto, em massa (toneladas de sólidos totais), aplicada por unidade de área (hectare), calculada com base nos critérios definidos nesta Resolução;

**J22:** Inclusão necessária, para diferenciar de taxa de aplicação, a qual se refere à quantidade, em massa, por área e por unidade de tempo (que será utilizada para definição de limite de carga acumulada de substâncias inorgânicas).

~~VIII~~ X - esgoto sanitário: despejo líquido constituído de esgotos predominantemente domésticos, água de infiltração e contribuição pluvial parasitária;

~~IX~~ XII - estabilização: processo de mineralização da matéria orgânica que leva os lodos de esgoto destinados para o uso agrícola a não apresentarem potencial de geração de odores e de atratividade de vetores, mesmo quando reumidificados;

**J23:** Adequação para dar mais clareza ao texto.

~~XII~~ - Estação de Tratamento de Esgoto (ETE): estrutura de propriedade pública ou privada utilizada para o tratamento de esgoto sanitário conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades, cuja finalidade é a redução

das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento;

**J24: Definição de acordo com NBR 12.209 (ABNT, 2011).**

~~XIVII - fração de mineralização do nitrogênio do lodo de esgoto (FM) ou produto derivado: fração do nitrogênio total nos lodos de esgoto ou produto derivado, que, por meio de processo de mineralização, será é transformada em nitrogênio inorgânico, forma disponível para assimilação pelas plantas;~~

**J25: Adequação para dar mais clareza ao texto.**

~~XIV - licenciamento ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso;~~

**J26: Inclusão necessária, devido à sua citação no texto da Resolução. Fonte: Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997.**

~~XHV- lodo de esgoto sanitário: resíduo gerado nos processos suspensão aquosa de componentes minerais e orgânicos separados do sistema de tratamento de esgoto sanitário;~~

**J27: Adequação de acordo com NBR 12.209 (ABNT, 2011).**

~~XIII - lodo de esgoto ou produto derivado estabilizado: lodo de esgoto ou produto derivado que não apresenta potencial de geração de odores e atração de vetores de acordo com os níveis estabelecidos nesta norma;~~

**J28: Retirada, pois o termo não é utilizado no texto da Resolução.**

~~XIVI - lodo de esgoto ou produto derivado higienizado sanitário a ser destinado para uso benéfico, em solos: lodo de esgoto ou produto derivado submetido a processo de tratamento de sanitário que atende os critérios microbiológicos e químicos estabelecidos nesta Resolução, estando, dessa forma, apto a ser aplicado ao solo redução de patógenos de acordo com os níveis estabelecidos nesta norma;~~

**J29: Alteração necessária em virtude do novo contexto de aplicação do lodo, o qual inclui todos os usos benéficos em solos. Ver também J20.**

~~XVII - lote de lodo de esgoto ou produto derivado: quantidade de lodo de esgoto ou produto derivado destinado para uso agrícola, gerada por~~ **produzido e beneficiado em uma Estação de Tratamento de Esgoto-ETE ou Unidade de Gerenciamento de Lodo- (UGL) ), em intervalo de tempo determinado, sob condições padronizadas, cuja característica principal é a homogeneidade, caracterizada posteriormente à fase de encerramento do lote, por meio de análise representativa em relação ao volume acumulado; no período compreendido entre duas amostragens subseqüentes, caracterizada físico-química e microbiologicamente;**

**J30: Adequação com base em adaptação do conceito definido pela Resolução-RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Retirada do termo ETE, pois a presente Resolução estabelece no art. 6º que o uso benéfico de lodo de esgoto sanitário, em solo, somente poderá ocorrer mediante a existência de uma UGL devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.**

~~XVIII - manipulador: pessoa física ou jurídica que se dedique à atividade de aplicação, manipulação ou armazenagem de lodo de esgoto sanitário;~~

~~XVII - parcela: área homogênea, definida para fins de monitoramento, com base nos critérios definidos no Anexo IV desta Resolução;~~

**J31: Retirada do termo, pois na presente proposta o anexo IV, que cita o termo “parcela”, foi removido.**

~~XVIII - produto derivado: produto destinado a uso agrícola que contenha lodo de esgoto em sua composição;~~

**J32: Retirada do termo, conforme J4.**

~~XIX - projeto agrônômico: projeto elaborado por profissional habilitado visando a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado em determinada área agrícola, observando os critérios e procedimentos estabelecidos nesta Resolução;~~

**J33: Retirada do termo, pois sua descrição é realizada na Seção VI.**

~~XIX - monitoramento de lodo de esgoto sanitário: resultados de análises laboratoriais de variáveis químicas e microbiológicas de uma amostra representativa de lodo de esgoto sanitário~~

a ser destinado, sem formação de lote, para uso benéfico, em solos, de acordo com a frequência e validade estabelecidas nesta Resolução.

**J34**: Inclusão necessária, pois o texto atual da Resolução Conama 375/06 é contraditório em relação aos procedimentos para caracterização de lote de lodo de esgoto e de monitoramento do lodo de esgoto. A dificuldade de entendimento em relação a esses aspectos é agravada pela falta de definição e diferenciação entre os termos: “caracterização” e “monitoramento”, principalmente quando da leitura da Seção II - Frequência de monitoramento do lodo de esgoto ou produto derivado e do Anexo IV. Ver **J21**.

XX - parâmetros de controle operacional do processo de redução de patógenos: parâmetros principais de controle dos processos de gerenciamento do lodo na ETE e/ou na UGL, monitorados com maior frequência, que indicam se a qualidade esperada no beneficiamento foi alcançada e se está de acordo com uma caracterização completa realizada previamente e com menor frequência;

**J35**: Inclusão necessária, em virtude do novo contexto do documento.

XXI - Plano de Gerenciamento da Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL): estudo ambiental elaborado por profissional legalmente habilitado para o licenciamento ambiental das UGLs e apresentado de acordo com as diretrizes específicas;

**J36**: Conceito necessário para os procedimentos de licenciamento, elaborado com base na Resolução da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Paraná - Sema 021/09.

XXII - rastreabilidade: possibilidade de relacionar a origem, quantidade e qualidade do lodo de esgoto sanitário com as respectivas áreas de aplicação;

**J37**: Conceito necessário para os procedimentos de licenciamento, elaborado com base na Resolução da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Paraná - Sema 021/09.

XXIII - recuperação de área degradada: recuperação da integridade física, química e/ou biológica e da capacidade produtiva de uma área, seja para produção de alimentos e matérias-primas ou na prestação de serviços ambientais;

**J38**: Inclusão necessária devido à introdução dessa possibilidade de uso do lodo na Resolução. Definição com base em: Rodrigues e Gandolfi (2001).

XXIV - sólidos totais (ST): quantidade de material que permanece após secagem em estufa a 103-105 °C até massa constante, também denominado de matéria seca;

**J39:** Inclusão necessária, devido à sua citação no texto da Resolução. Fonte: American Public Health Association (APHA) 2540 Solids (1997).

XXV - sólidos voláteis ou sólidos totais voláteis (SV ou STV): quantidade de material, filtrável ou não filtrável que se perde na calcinação da amostra, por 1 h, a 550°C (± 50°C);

**J40:** Inclusão necessária, devido à sua citação no texto da Resolução. Fonte: American Public Health Association (APHA) 2540 Solids (1997).

XXVI - taxa de aplicação: quantidade de lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~, em massa (toneladas) aplicada em toneladas (base seca) por hectare, calculada com base nos critérios definidos nesta Resolução por unidade de área (hectare), por unidade de tempo (anos);

**J41:** Inclusão necessária, para diferenciar de dose de aplicação, a qual se refere à quantidade de lodo de esgoto, em massa (toneladas de sólidos totais), aplicada por unidade de área (hectare).

XXVII - transportador de lodo de esgoto sanitário: pessoa física ou jurídica que se dedique à movimentação de lodo de esgoto ou produto derivado, da ETE à UGL e desta às áreas de aplicação agrícola, mediante veículo apropriado ou tubulação de transporte; e

**J42:** Adequação para melhor clareza do texto.

XXVIII - uso benéfico em solos: aplicação controlada de lodo de esgoto, em solos, visando o aproveitamento de sua capacidade como condicionador de solo e fornecedor de nutrientes para o desenvolvimento vegetal, evitando riscos à saúde e ao ambiente;

**J43:** Inclusão necessária em virtude do novo contexto da Resolução.

XXIX - Unidade de Gerenciamento de Lodo- (UGL): unidade localizada ou não em uma Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, na qual se realiza o gerenciamento de lodo gerado por uma ou mais ETEs, visando o uso benéfico em solos, com base nos critérios definidos nesta Resolução; ~~responsável pelo recebimento, processamento, caracterização, transporte, destinação do lodo de esgoto produzido por uma ou mais estações de tratamento de esgoto sanitário e monitoramento dos efeitos ambientais, agronômicos e sanitários de sua aplicação em área agrícola.~~

**J44: Alteração necessária em virtude do novo contexto da Resolução, definição com base no texto da Resolução Sema 021/09.**

Art. 3º. **Para o uso benéfico em solos de** ~~Os~~ lodos gerados em sistemas de tratamento de esgoto sanitário, ~~para terem aplicação agrícola, deverão ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores, de acordo com o Anexo I~~ atendidos os critérios e procedimentos dispostos nesta Resolução.

**J45: Alteração necessária em virtude do novo contexto da Resolução. Ver J2.**

§ 1º. Esta Resolução não se aplica a:

**I** - lodo de estação de tratamento de efluentes de processos industriais-:

~~§ 2º Esta Resolução veta a utilização agrícola de:~~

**II** - lodo de estação de tratamento de efluentes de instalações hospitalares;

**III** - lodo de estação de tratamento de efluentes de portos e aeroportos;

**III** - resíduos de gradeamento;

**IV** - resíduos de desarenador;

**VI** – material lipídico ~~sobrenadante de decantadores primários, das~~ proveniente de caixas de gordura e ~~dos reatores anaeróbicos;~~ **e**

~~VI~~ – lodos provenientes de sistema de tratamento individual, coletados por veículos, antes de seu tratamento por uma estação de tratamento de esgoto;

**J46: Em relação ao item I, a presente resolução poderia ser aplicada para lodo gerado em processos industriais de alimentos. Em relação ao item VI, pesquisas demonstram que o material sobrenadante de reatores anaeróbicos é formado, predominantemente, por lodo (Ross, 2015). Em relação ao item VI, segundo o Atlas Esgotos (ANA, 2017), no Brasil, 12% da população utilizam-se de fossa séptica (solução individual) e considera-se que se o lodo proveniente dessas fossas atender aos critérios de qualidade estabelecidos nesse documento, o mesmo tem aptidão para uso benéfico em solos.**

~~VII~~ – lodo de esgoto não estabilizado; **e**

**J47: Este é somente um dos critérios para uso benéfico de lodo em solos. Para evitar confusões de interpretação, esse e os demais critérios de qualidade estão estabelecidos nesta proposta na Seção II - Da Qualidade do Lodo de Esgoto Sanitário a ser Destinado para Uso Benéfico em Solos, portanto não se justifica a sua citação no presente Artigo.**

VIII- lodo classificado como perigoso de acordo com as normas brasileiras vigentes.

§ 2º. É proibido misturar ou incorporar os seguintes materiais ao lodo de esgoto sanitário a ser destinado para uso benéfico em solos:

I. Resíduos sólidos de serviços de manutenção de rede de esgoto e de unidades de pré-tratamento de estações de tratamento de efluentes, tais como resíduos de grades e de desarenadores.

II. Material flutuante contendo resíduos não degradáveis (plástico) de decantadores primários, caixas de distribuição, digestores de lodo e outros tipos de reatores.

**J48:** Inclusão necessária para garantir a ausência de lixo no lodo para uso benéfico em solos.

~~Art. 4º Os lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, para o uso agrícola, devem respeitar os limites estabelecidos no art. 11, Tabelas 2 e 3, desta Resolução.~~

**J49:** Os critérios de qualidade para o lodo são tratados na Seção II, da presente proposta, a presença deste texto nesta seção gera confusões de interpretação. Ressalta-se que o texto original da Resolução Conama 375/2006: “Os lotes de lodo de esgoto e de produtos derivados, para o uso agrícola”, não está adequado, uma vez que a Resolução possibilita o uso do lodo tanto na forma de lotes como em forma contínua (caso de caracterização de monitoramento).

~~Parágrafo único. Não poderão ser misturados lodos de esgoto que não atendam as características definidas no art. 11, Tabelas 2 e 3, desta Resolução.~~

**J50:** Não faz sentido o presente parágrafo, pois o que importa é que o lodo (produto final a ter uso benéfico em solos) atenda aos critérios de qualidade e os critérios de aplicação estabelecidos nesse documento.

~~Art. 5º Para o uso de lodo de esgoto como componente de produtos derivados destinados para uso agrícola, o lote deverá atender aos limites para as substâncias potencialmente tóxicas, definidos no art. 11, Tabela 2, desta Resolução.~~

**J51:** Não faz sentido o presente parágrafo, pois o que importa é que o lodo (produto final a ter uso benéfico em solos) atenda aos critérios de qualidade e os critérios de aplicação estabelecidos nesse documento. Além disso, a própria Resolução 375/06 determina que os critérios são válidos tanto para o lodo quanto para seus produtos derivados. Acrescenta-

se que os produtos derivados (que utilizam lodo de esgoto como matéria-prima) são tratados pelas normativas do MAPA.

Art. 4º. É proibida a importação de lodo de esgoto ou produto derivado de outros países.

**J52:** Adequação para melhor clareza do texto.

Art. 5º. O uso benéfico de lodo de esgoto sanitário, em solos, proveniente de outro Estado da federação dependerá de aprovação do órgão ambiental do Estado receptor do lodo.

**J53:** É necessário deixar o texto mais claro em relação a importação de outros países e de outros estados da federação. Existem regiões, como é o caso do Distrito Federal, que a disponibilidade de áreas para aplicação é limitada e para possibilitar o uso benéfico em solo, do lodo de esgoto, a opção apresentada no presente artigo seria necessária. Existem também, as situações em que as áreas disponíveis mais próximas a UGL estão localizadas no Estado vizinho.

~~Art. 7º A caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado a ser aplicado deve incluir os seguintes aspectos:~~

**J54:** Para evitar confusões de interpretação, esse e os demais critérios de qualidade estão estabelecidos nesta proposta na Seção II - Da Qualidade do Lodo de Esgoto Sanitário a ser Destinado para Uso Benéfico em Solos, portanto não se justifica a sua citação no presente Artigo.

~~I— potencial agronômico;~~

~~II— substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas;~~

~~III— indicadores bacteriológicos e agentes patogênicos; e~~

~~IV— estabilidade.~~

~~§ 1º Para a caracterização do potencial agronômico do lodo de esgoto ou produto derivado deverão ser determinados, de acordo com os Anexos II, III e IV desta Resolução, os seguintes parâmetros:~~

~~I— carbono orgânico;~~

~~II— fósforo total;~~

~~III— nitrogênio Kjeldahl;~~

~~IV— nitrogênio amoniacal;~~

~~V— nitrogênio nitrato/nitrito;~~

~~VI— pH em água (1:10);~~

~~VII—potássio total;~~

~~VIII—sódio total;~~

~~IX—enxofre total;~~

~~X—cálcio total;~~

~~XI—magnésio total;~~

~~XII—umidade; e~~

~~XIII—sólidos voláteis e totais.~~

~~§ 2o Para a caracterização química do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de substâncias inorgânicas, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos II e IV desta Resolução, as seguintes substâncias:~~

~~I—Arsênio;~~

~~II—Bário;~~

~~III—Cádmio;~~

~~IV—Chumbo;~~

~~V—Cobre;~~

~~VI—Cromo;~~

~~VII—Mercúrio;~~

~~VIII—Molibdênio;~~

~~IX—Níquel;~~

~~X—Selênio; e~~

~~XI—Zinco.~~

~~§ 3o Para a caracterização química do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de substâncias orgânicas, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos II e IV desta Resolução, as substâncias indicadas na Tabela 1 do Anexo V desta Resolução, inclusive quantitativamente.~~

~~§ 4o Em função das características específicas da bacia de esgotamento sanitário e dos efluentes recebidos, as UGLs poderão requerer, junto ao órgão ambiental competente, dispensa ou alteração da lista de substâncias orgânicas a serem analisadas nos lotes de lodo de esgoto ou produto derivado.~~

~~§ 5o Para a caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de agentes patogênicos e indicadores bacteriológicos, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos II e IV desta Resolução, e as concentrações de:~~

~~I—coliformes termotolerantes;~~

~~II—ovos viáveis de helmintos;~~

~~III – Salmonella; e~~

~~IV – vírus entéricos.~~

~~§ 6º Para fins de utilização agrícola, o lodo de esgoto ou produto derivado será considerado estável se a relação entre sólidos voláteis e sólidos totais for inferior a 0,70.~~

~~Art. 8º O órgão ambiental competente poderá solicitar, mediante motivação, outros ensaios e análises não listados nesta Resolução.~~

~~Parágrafo único. Em função das características específicas da bacia de esgotamento sanitário e dos efluentes recebidos, as UGLs poderão requerer, junto ao órgão ambiental competente, dispensa ou alteração da lista de substâncias a serem analisadas nos lotes de lodo de esgoto ou produto derivado.~~

**J55: Para evitar confusões de interpretação, os temas relacionados a análises laboratoriais de lodo de esgoto estão estabelecidos nesta proposta na Seção III Da Frequência de Monitoramento e de Caracterização de Lote de Lodo de Esgoto Sanitário a ser Destinado para Uso Benéfico em Solos, portanto não se justifica a sua citação no presente Artigo.**

~~Art. 9º 6º A aplicação O uso benéfico de lodo de esgoto sanitário, em solo, e produtos derivados no solo agrícola somente poderá ocorrer mediante a existência de uma UGL devidamente licenciada pelo órgão ambiental competente.~~

~~§ 1º O licenciamento ambiental da UGL deve obedecer aos mesmos procedimentos adotados para as atividades potencialmente poluidoras e/ou modificadoras do meio ambiente, exigidos pelos órgãos ambientais competentes.~~

~~§ 2º O requerente do licenciamento ambiental da UGL contemplará obrigatoriamente as áreas de aplicação. deverá apresentar, juntamente com a documentação exigida pelo órgão ambiental, a seguinte documentação:~~

~~a) Cadastro de Caracterização da Unidade de Gerenciamento de Lodo, no caso de ETE com UGL ou somente UGL, contendo a identificação do requerente e os dados cadastrais da UGL;~~

~~b) Plano de Gerenciamento da UGL, com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), contendo: a descrição do processo de gerenciamento do lodo de esgoto sanitário, que inclui desde a etapa de geração do lodo, de tratamento até à de aplicação em solos; incluindo o método de redução de patógenos e de atratividade de vetores, a frequência de monitoramento e os documentos de comprovação de monitoramento dos parâmetros de controle operacional dos processos de redução de patógenos e de atratividade de vetores; a qualidade do~~

lodo de esgoto sanitário a ser destinado para uso benéfico, em solos, e a região e/ou área(s) prioritária(s) de aplicação.

**J56:** Retirado texto: “*contemplará obrigatoriamente as áreas de aplicação*”, pois a aprovação prévia das áreas de aplicação, no momento do licenciamento, inviabiliza do ponto de vista logístico, a gestão da aplicação agrícola do lodo (SAMPAIO, 2013). A atividade agrícola é dinâmica, e por mais que haja planejamento, é influenciada por fatores climáticos e de mercado, que podem dificultar e até mesmo impedir a realização do planejado. Propõe-se que no momento do licenciamento seja apresentado o documento denominado “Plano de Gerenciamento de UGL” o qual descreve as regiões prioritárias de aplicação de lodo de cada UGL (macro), com base no diagnóstico e zoneamento da aptidão agrícola das terras da região onde está localizada a UGL, que inclui aspectos edafoclimáticos, ambientais e agrícolas, assim como a definição das potencialidades e das limitações da região. Os projetos ou recomendações técnicas serão apresentados anualmente, juntamente com o relatório de rastreabilidade ou conforme procedimento a ser estabelecido pelo órgão ambiental competente.

§ 3º. O processo de ~~licenciamento~~ uso benéfico de lodo de esgoto, em solos, deve prever mecanismos de prestação de informações à população da localidade receptora, notadamente no que se refere a ~~em que será utilizado o lodo de esgoto ou produto derivado~~ sobre:

**J57:** Como descrito em J56, no momento do licenciamento da UGL não se tem definidas as áreas de aplicação, somente uma região (macro) prioritária de aplicação (conforme descrito no Plano de Gerenciamento da UGL), dessa forma propõem-se as alterações realizadas no parágrafo.

I - os benefícios ao solo e às plantas;

II - riscos de contaminação ambiental e à saúde humana;

III - tipo e classe de lodo de esgoto sanitário ~~ou produto derivado~~ empregado;

IV - critérios de aplicação do lodo de esgoto sanitário;

V - procedimentos para evitar a contaminação do meio ambiente e do ~~homem~~ ser humano por organismos patogênicos; e

IV - o controle de proliferação de animais vetores.

**J58:** Adequações do texto para sua melhor clareza.

§ 4º A UGL deverá encaminhar anualmente, ou quando solicitado, ao órgão ambiental competente o Relatório (quantitativo e qualitativo) de Rastreabilidade do lodo de esgoto sanitário destinado para uso benéfico, em solos.

**J59: O relatório de rastreabilidade é importante documento para o controle do processo pelo órgão ambiental, pois possibilita relacionar a origem e qualidade do lodo de esgoto com sua destinação.**

## Seção II

### ~~Da Frequência de Monitoramento do Lodo de Esgoto ou Produto Derivado~~

#### ~~Requisitos Mínimos de~~ **Da Qualidade do Lodo de Esgoto Sanitário ou Produto Derivado a ser Destinado a Agricultura para Uso Benéfico em Solos**

**J60:** Alteração da ordem de temas, pois é mais lógico primeiro tratar da qualidade exigida para o lodo de esgoto a ser destinado para uso benéfico em solos para depois tratar de como e quando devem ser realizadas as caracterizações do lodo.

Art. 117º ~~Os lotes de~~ **A caracterização do** lodo de esgoto sanitário e ~~de produtos derivados, para o uso agrícola, a ser destinado para uso benéfico, em solos,~~ devem respeitar os limites máximos de concentração das Tabelas 2 e 3, a seguir especificadas **incluir os seguintes aspectos:**

**I - potencial agronômico;**

**II - estabilização;**

**III - elementos químicos tóxicos; e**

**IV - qualidade microbiológica.**

**J61:** Ver **J54:** Para evitar confusões de interpretação, primeiramente são listados os parâmetros que deverão ser caracterizados, para depois descrever os critérios e/ou limites para cada uma dessas variáveis.

§1º Para a caracterização do potencial agronômico do lodo de esgoto **sanitário** ~~ou produto derivado~~ deverão ser determinadas, ~~de acordo com os Anexos II, III e IV desta Resolução,~~ os seguintes parâmetros: **as seguintes variáveis:**

**J62:** Adotou-se o termo “variáveis”, quando se refere a qualidade do lodo e “parâmetros”, quando se refere a parâmetros de controle operacional.

**J63:** Retirada: “de acordo com os Anexos II, III e IV desta Resolução”. Essa proposta de Resolução propõe-se somente a existência de um anexo, uma vez que a atual Resolução possui anexos que não tratam de diretrizes, mas que são exemplos de documentos operacionais, levando a Resolução a ter um caráter de manual técnico. O objetivo é que a presente proposta de Resolução estabeleça conceitos, diretrizes gerais e fundamentos técnicos para a aplicação do lodo em solos de forma segura à Saúde Pública e ao Meio Ambiente. Considera-se que Estados tem a autonomia de criar outros dispositivos legais e instrumentos, levando-se em conta os regionalismos e que podem ser elaborados textos explicativos (como cartilhas de orientação, normas técnicas, manuais, boletins técnicos), com o objetivo de tratar as especificidades e facilitar a compreensão da presente proposta

de Resolução tanto para os agentes ambientais quanto para as empresas operadoras de saneamento.

**J64:** Em relação ao Anexo II - critérios para as análises de lodo de esgoto ou produto derivado e solo e apresentação dos resultados, não é aconselhável a descrição de metodologias em um documento normativo, uma vez que as metodologias de determinação laboratorial evoluem ao longo do tempo.

I - carbono orgânico;

II - fósforo total;

III - nitrogênio Kjeldahl **ou nitrogênio total**;

**J65:** O Nitrogênio total pode ser utilizado no cálculo do N disponível

IV - nitrogênio amoniacal;

V – nitrato/ e nitrito;

**J66:** São determinados os dois compostos.

VI - pH em água (1:10);

**J67:** As metodologias mais utilizadas para determinação de pH são 1:2,5. Nenhuma das referências de metodologia citada no Anexo II descreve a determinação de pH 1:10. A metodologia do SW 846, que é a 9045D, estabelece 20 mL de água para 20 g de amostra, e se o resíduo for muito higroscópico, pode-se acrescentar 40 mL de água. Diluições adicionais são permitidas se trabalhar com solos higroscópicos e seus sais ou outras matrizes problemático.

VII - potássio total;

~~VIII – sódio total;~~

**J68:** O Na é um elemento solúvel, portanto não é uma substância que ficará retida em grande quantidade no lodo. Devido às baixas concentrações verificadas, poder-se-ia omitir os valores de sódio total, 0,09 a 0,1% (tabelas 25 e 27 – Bittencourt, 2014). E apesar do sódio causar salinidade em solos, sua determinação somente se justificaria em solos salinos, salino-sódicos e sódicos, cuja presença está limitada a algumas regiões brasileiras (RIBEIRO, FREIRE E MONTENEGRO, 2003; PEREIRA, 1983).

~~IX-VIII~~ - enxofre total;

~~IX~~ - cálcio total;

~~XI~~ - magnésio total;

~~XII~~ - umidade; e

**J69:** Não faz sentido realizar a análise de umidade, uma vez que já é solicitada a análise de sólidos totais (umidade = 100% - sólidos totais).

XIII – sólido voláteis e totais; e

**J70:** Sólidos voláteis não é uma variável indicadora de potencial agrônômico, mas sim de estabilidade. É incluída no §2º que trata de estabilidade.

XII – poder de neutralização, no caso de lodos alcalinizados.

**J71:** Para a aplicação de lodo higienizado por processo alcalino a dose de aplicação não deverá exceder a quantidade calculada pela necessidade de correção de acidez de solo (NC) adotado no estado, sendo que para isso é necessário o parâmetro PN para a determinação da dose de aplicação

§2º A estabilidade do lodo de esgoto sanitário deverá ser determinada com base no teor de sólidos totais voláteis.

**J72:** Ver **J70** e Art. 11º.

§ 23º. Para a caracterização química do lodo de esgoto sanitário ou produto derivado quanto à presença de substâncias inorgânicas elementos químicos tóxicos, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos II e IV desta Resolução, as seguintes substâncias:

**J73:** Termo mais adequado.

I - Arsênio;

II - Bário;

III - Cádmio;

IV - Chumbo;

V - Cobre;

VI - Cromo;

VII - Mercúrio;

VIII - Molibdênio;

IX - Níquel;

X - Selênio; e

XI - Zinco.

§ 4º §5º Para a A caracterização microbiológica do lodo de esgoto sanitário deverá ser realizada com base na contagem de Escherichia coli e nos parâmetros de controle operacional dos processos de tratamento do lodo para redução de patógenos, especificados na Tabela 4 para lodo Classe A, ou nos parâmetros de controle operacional dos processos de tratamento do lodo para redução de patógenos especificados na Tabela 5 para lodo Classe B. ou produto derivado quanto à presença de agentes patogênicos e indicadores bacteriológicos, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos II e IV desta Resolução, e as concentrações de:

~~I—coliformes termotolerantes;~~

~~II—ovos viáveis de helmintos;~~

~~III—Salmonella; e~~

~~IV—vírus entéricos.~~

**J74:** A adoção de processos de redução de patógenos com controle operacional e o atendimento aos limites para organismos indicadores promovem o uso agrícola do lodo com controle adequado de risco à saúde. O estabelecimento de parâmetros de controle operacional, como por exemplo pH, temperatura, tempo de armazenamento, são utilizados para atestar a eficácia do processo, juntamente com análises laboratoriais de organismos indicadores.

De acordo com Bastos et al. (2003) a interpretação básica do emprego de organismos indicadores de contaminação é que sua presença atesta presença de material de origem fecal, sugerindo, portanto, a potencial presença de organismos patogênicos. Segundo Cabelli (1978), apud Bastos et al. (2003), para serem considerados organismos indicadores de contaminação, alguns requisitos ou atributos devem ser observados: (i) devem ser de origem exclusivamente fecal; (ii) apresentar maior resistência que os patógenos aos efeitos adversos do meio ambiente; (iii) apresentar-se em maior número que os microrganismos patogênicos; (iv) não se reproduzirem no meio ambiente e (v) serem de fácil identificação. Ainda de acordo com Bastos et al. (2003), não há um único organismo que satisfaça, simultaneamente, todas essas condições. Tradicionalmente as bactérias do grupo coliforme têm sido os organismos indicadores de mais ampla aplicação. Porém, o grupo dos coliformes totais inclui espécies de origem não-exclusivamente fecal, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas (OMS, 1995); apesar da denominação, o grupo dos coliformes fecais também inclui bactérias de origem não-exclusivamente fecal. Por sua vez, a *Escherichia coli* é o único representante da família Enterobacteriaceae ou do grupo coliforme que pode ser considerado de origem exclusivamente fecal e, por isso, normas e critérios de qualidade microbiológica de matrizes ambientais têm cada vez mais se referido explicitamente à *E. coli* e não mais, genericamente, aos coliformes ou mesmo as coliformes termotolerantes.

Contudo, o que de fato importa aqui é o emprego de organismos indicadores na avaliação da eficiência de processos de tratamento quanto à remoção de patógenos e, nesse sentido, o postulado fundamental é que a ausência de patógenos em determinada matriz poderia ser indicada pela ausência do organismo indicador (destruição e, ou, remoção de ambos os organismos por processos de tratamento), ou pela presença dos indicadores em

populações remanescentes às quais corresponderia a ausência dos patógenos. Assim, para que um organismo cumpra o papel de indicador da eficiência do tratamento, é necessário que: (i) o indicador seja mais resistente que os patógenos aos processos de tratamento; (ii) o mecanismo de remoção de ambos seja similar; (iii) o indicador esteja presente em densidades superiores às dos patógenos antes do tratamento; e (iv) a taxa de remoção/decaimento dos patógenos seja superior à do indicador (Bastos et al. 2003).

De acordo com Bastos (2013), na regulamentação dos EUA sobre lodo de esgoto (a “Norma 503”) o padrão de coliformes termotolerantes (ou *E. coli*, como seria de se referir atualmente) é assumido como indicador da remoção de *Salmonella* sp. Assim, como controle de qualidade do biossólido a norma 503 exige o atendimento das concentrações máximas de coliformes termotolerantes “ou” de *Salmonella* sp. nos Biossólidos Classe A, os quais também devem estar “livres” de vírus entéricos e ovos (viáveis) de helmintos (abaixo dos limites de detecção). Entretanto, na Norma 503 essa condição pode ser demonstrada pelo monitoramento desses patógenos ou de variáveis de controle operacional dos processos de tratamento do lodo. Infere-se, portanto, que o padrão de coliformes termotolerantes não é assumido como indicador confiável da ausência de vírus entéricos e de ovos de helmintos, e sim que as variáveis operacionais se prestam, ao papel de indicadores da eficiência do tratamento, substituindo o controle por meio do monitoramento de patógenos. Esse é o entendimento aqui assumido e com base em que são propostas as alterações no parágrafo 4º do artigo 7º.

Art. 8º O lodo de esgoto sanitário a ser destinado para uso benéfico, em solos, será classificado em A1, A2, B1 e B2 e deve atender, concomitantemente, aos seguintes requisitos:

I. limites em relação à presença de elementos químicos tóxicos;

II. redução de patógenos; e

III. redução na atratividade de vetores.

**J75:** Na resolução Conama 375/06 estes temas estão relacionados a qualidade do lodo, mas estão tratados em seções diferentes dificultando a interpretação das informações.

Art. 11. 9º Os lotes de lodo de esgoto sanitário e de produtos derivados, para o uso agrícola, devem respeitar os limites para uso benéfico, em solos, será classificado em Classe 1 ou Classe 2, de acordo com os valores máximos de concentração das permitidos de elementos químicos tóxicos, conforme apresentado na Tabelas 2 e 3, a seguir especificadas: os quais não poderão ser ultrapassados em qualquer das amostras analisadas.

Tabela 2. **Valores máximos permitidos de elementos químicos tóxicos no Lodos de esgoto sanitário ou produto derivado — substâncias inorgânicas a ser destinado para uso benéfico, em solos.**

Substância Inorgânica Elementos químicos tóxicos	Concentração Valor Máximo permitida no lodo de esgoto sanitário ou produto derivado (mg/kg <sup>-1</sup> ST; base-seca)	
	CLASSE 1	CLASSE 2
Arsênio	41	75
Bário	1300	1300
Cádmio	39	85
Chumbo	300	840
Cobre	1.500	4.300
Cromo	1.000	3.000
Mercurio	17	57
Molibdênio	50	75
Níquel	420	420
Selênio	36	100
Zinco	2.800	7.500

**J76:** Proposta com base em USEPA (1994), a qual estabelece duas categorias de lodo com base na concentração de elementos químicos tóxicos, a concentração limite máxima (CLM) e a concentração de lodo de excepcional qualidade (EQ). Estes critérios foram baseados em avaliação de risco, cujas vias estabelecidas estão mostradas no Quadro a seguir.

Quadro - Vias de risco estabelecidas pela EPA na Norma 503

Via de Risco	Cenário
1 Lodo - Solo - Planta - Ser Humano	Ser Humano come toda vida, plantas produzidas com lodo
2 Lodo - Solo - Planta - Ser Humano	Idem, para agricultores.
3 Lodo - Ser Humano	Crianças comem terra com lodo.
4 Lodo - Solo - Planta - Animais - Ser Humano	Ser Humano toda a vida se alimenta de produtos animais em solo fertilizado com lodo.
5 Lodo - Solo - Planta - Ser Humano	Homem toda a vida consome animais que ingeriram solo com Lodo enquanto pastavam.
6 Lodo - Solo - Planta - Animais	Animais toda a vida ingerem alimentos produzidos em solos fertilizados com lodo.
7 Lodo - Solo - Animais	Animais ingerem toda a vida lodo ao pastar.
8- Lodo - Solo - Planta	Plantas crescem em solo fertilizado com lodo.
9 - Lodo - Solo - Biota do Solo	A biota do solo cresce em solo fertilizado com lodo.
10 - Lodo - Solo - Biota - Predador	Animais comem a biota que vive em solo com lodo.
11 - Lodo - Solo - Poeira - Ser Humano	Homens são expostos à poeira de solo com lodo.
12 - Lodo - Solo - Água Superficial - Peixe - Ser Humano	Toda a vida homem come peixe e bebe água de nascentes provenientes de solo fertilizado com lodo.
13 - Lodo - Solo - Ar - Ser Humano	Homem toda vida aspira vapores de algum poluente volátil dos lodos.
14 - Lodo - Solo - Água Subterrânea - Ser Humano	Homem toda vida bebe água de reservatórios rodeados por solos fertilizados por lodos.

Fonte: CARVALHO, P.C.T; CARVALHO, F, J, P, C (2001)

Dessa forma, a presente proposta apresenta duas Classes de lodo de acordo com limites máximos para elementos químicos tóxicos, sendo que para a Classe 1 (mais restritiva) não será necessário o atendimento de um limite máximo de aplicação do metal no solo. Para a Classe 2 (menos restritiva) é necessário que a aplicação do lodo não exceda um limite de

taxa anual de aplicação de metal no caso de usos benéficos em solo, exceto a recuperação de áreas degradadas. Para esse caso, é necessário que a aplicação não exceda o limite de dose acumulada do metal. Segundo a USEPA (1994) os níveis cumulativos de poluentes adicionados ao solo pelos biossólidos EQ não necessitam ser rastreados, pois o estudo de risco mostrou que a vida útil do local de disposição seria de 100 a 300 anos, assumindo-se parâmetros conservadores.

*United States Environment Protection Agency. Land application of sewage sludge: A guide for land applicators on the requirements of the federal standards for the use or disposal of sewage sludge, 40 CFR Part 503 . Washington, United States of America: [s.n.], 1994.*

Parágrafo único. O lodo de esgoto Classe 2 somente poderá ser aplicado em solos se a dose acumulada de poluentes, no caso da aplicação em áreas degradadas, e a taxa anual de poluentes, no caso dos demais usos benéficos, em solos, não exceder os limites apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Taxa anual e dose acumulada de elementos químicos tóxicos em solos quando do uso benéfico de lodo de esgoto sanitário, em solos

Elementos químicos tóxicos	Taxa anual (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> ) de aplicação de elementos químicos tóxicos em solos agrícolas	Carga acumulada teórica permitida de substâncias inorgânicas pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado (kg/ha) Dose acumulada (kg ha <sup>-1</sup> ) de elementos químicos tóxicos	
		Solos agrícolas	Solos de áreas degradadas
Arsênio	0,7	30 14	7
Bário	13	265 260	130
Cádmio	0,15	4 3	1,5
Cromo	15	41 300	150
Cobre	7,5	137 150	75
Chumbo	15	154 300	150
Mercúrio	0,1	1,2 2	1
Molibdênio	0,2	13 4	2
Níquel	3	74 60	30
Selênio	0,15	13 3	1,5
Zinco	15	445 300	150

**J77: VER J76.** Valores da Taxa anual (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) de aplicação de elementos químicos tóxicos em solos agrícolas estabelecidos pela Comunidade Econômica Europeia. Valores de dose acumulada (kg ha<sup>-1</sup>) de elementos químicos tóxicos calculados, considerando-se um cenário de 10 anos de aplicação da Taxa Anual (coluna 1).

Tabela 3. Classes de lodo de esgoto ou produto derivado – agentes patogênicos

Tipo de lodo de esgoto ou produto derivado	Concentração de patógenos
A	Coliformes Termotolerantes $<10^3$ NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos $<0,25$ ovo / g de ST <i>Salmonella</i> ausência em 10 g de ST
B	Coliformes Termotolerantes $<10^6$ NMP / g de ST Ovos viáveis de helmintos $<10$ ovos / g de ST

ST: Sólidos Totais

NMP: Número Mais Provável

UFF: Unidade Formadora de Foco

UFP: Unidade Formadora de Placa

§ 1º ~~Decorridos 5 anos a partir da data de publicação desta Resolução, somente será permitida a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado classe A, exceto sejam propostos novos critérios ou limites baseados em estudos de avaliação de risco e dados epidemiológicos nacionais, que demonstrem a segurança do uso do lodo de esgoto Classe B.~~

§ 2º ~~As UGLs terão, após a data de publicação desta Resolução, 18 meses para se adequarem a esta Resolução.~~

**J78: VER J74 para exclusão da Tabela 3 e a reapresentação, no Art. 10º, do padrão microbiológico com base apenas em *E. coli* e em parâmetros de controle operacional dos processos de tratamento de lodo. Propõe-se a definição de duas classes de lodo (A e B), para as quais, além do padrão de qualidade bacteriológico (*E.coli*) e das exigências de tratamento (artigo 10), são estabelecidas restrições de aplicação (artigos 20, 21 e 22). Essa é a abordagem conhecida como dupla barreira de proteção (Bastos et al, 2013). Como discutido em Bastos et al (2013), pressupõe-se que tanto a qualidade microbiológica do bio sólido Classe A quanto a do Classe B alcancem o mesmo nível de redução de risco / proteção à saúde. No caso do bio sólido Classe A, pelo tratamento do lodo em si, reduzindo os patógenos a níveis abaixo dos limites de detecção. No que diz respeito ao bio sólido Classe B, a redução do risco, ou a proteção à saúde, seriam alcançadas pela combinação de processos de tratamento que reduziriam os patógenos a níveis ainda detectáveis, e de restrições de aplicação e de acesso.**

**Esquemáticamente, esse entendimento pode ser assim expresso:**

**Classe A = Classe B + Restrições de Local de Aplicação + Práticas de Gestão.**

Entende-se, assim, que o simples banimento do lodo Classe B não é justificável, cabendo sim medidas de precaução e de controle de riscos para sua aplicação, sendo isto o que se propõe nos artigos 20, 21 e 22.

Ademais, cabe registrar que o que se previa no próprio § 1º do art. 9 para evitar o banimento do lodo classe B foi cumprido, ou seja, há estudos de avaliação de risco (BASTOS et al; 2009; MAGALHÃES, 2012) que demonstram a segurança do uso do lodo de esgoto Classe B e que sustentam a proposição de novos critérios ou limites, como aqui se faz.

O grande problema desses estudos ainda não terem sido considerados, foi a não instituição de um grupo de monitoramento permanente a ser coordenado pelo Ministério de Meio Ambiente, conforme previsto no artigo 29 da Resolução Conama 375. A ausência deste fórum para acompanhamento desta resolução, com previsão de reuniões no mínimo anuais, não viabilizou a consideração de novos critérios ou limites decorrentes desses estudos.

Art. 10. O lodo de esgoto sanitário a ser destinado para uso benéfico, em solos, será classificado em Classe A ou Classe B, de acordo com os requisitos de redução de patógenos, definidos nos parágrafos 1 e 2 do presente artigo.

§ 1º. Para que o lodo de esgoto sanitário seja classificado como Classe A, deverá atender ao limite máximo de  $10^3$  *Escherichia coli* por grama de sólidos totais ( $g^{-1}$  de ST) e ser proveniente de um dos processos de redução de patógenos descritos na Tabela 4, com a devida demonstração de atendimento dos respectivos parâmetros operacionais, e nos incisos I e II do presente parágrafo.

**J79:** Não se especificou uma unidade para expressar a contagem de *E. coli*, pois a unidade NMP (número mais provável), como consta na tabela 3 da Resolução Conama 375/2006, remete ao uso da técnica de tubos múltiplos, incluindo variantes mais atuais, como por exemplo, contagem em “cartelas colilert”. Com outras técnicas de contagem, NMP não se aplicaria, como, por exemplo, a técnica de membranas filtrantes - MF (no caso, a contagem seria expressa por UFC – unidades formadoras de colônias).

Tabela 4. Processos de redução de patógenos para obtenção de lodo de esgoto Classe A.

a) compostagem confinada ou em leiras aeradas (3 dias a 55°C no mínimo) ou com revolvimento das leiras (15 dias a 55°C no mínimo, com revolvimento mecânico da leira durante pelo menos 5 dias, ao longo dos 15 do <b>processamento</b> );
--

b) secagem térmica direta ou indireta para reduzir a umidade de o teor de água no lodo de esgoto ou produto derivado a 10% ou menos, devendo a temperatura das partículas de lodo de esgoto ou produto derivado superar 80°C ou a temperatura de bulbo úmido de gás, em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado, no momento da descarga do secador, ser superior a 80°C;			
c) tratamento térmico pelo aquecimento do lodo de esgoto ou produto derivado sanitário líquido, na forma líquida, a 180°C, no mínimo, durante um período de 30 minutos;			
d) digestão aeróbia termofílica a ar ou oxigênio, com tempos de residência de 10 dias-a, sob temperaturas de 55 a 60°C;			
e) processos de irradiação com raios beta a dosagens mínimas de 1 megarad a 20°C, ou com raios gama na mesma intensidade e temperatura, a partir de isótopos de Cobalto 60 ou Césio 137 e;			
f) processos de pasteurização, pela manutenção do lodo de esgoto ou produto derivado a uma temperatura mínima de 70°C, por um período de pelo menos 30 minutos;			
g) Processos que proporcionem elevação do pH (valores acima de 12, por pelo menos 72 horas) e da temperatura (mantida acima de 50 °C, por pelo menos 12 horas durante o período em que o pH estiver acima de 12) e secagem do lodo de esgoto sanitário por exposição ao ar, no caso de materiais que permaneçam com teor de ST maior que 50%, após o período de 72 horas da caleação;			
h) Tratamentos que relacionem tempo e temperatura, sendo que o período de tempo e de temperatura devam ser determinados por meio das equações para cada aplicação apresentada no quadro apresentado a seguir, devendo-se respeitar os requisitos mínimos de tempo e temperatura para cada tipo de aplicação.			
Tratamento	Aplicação	Requisitos	Relação Tempo x Temperatura
A	Teor de ST igual ou maior que 7% (exceção aos enquadrados no tratamento B)	Temperatura igual ou superior a 50 °C, por período igual ou superior a 20 minutos	$\text{Tempo (dias)} = 131.700.000/10^{0,14 \times T (\text{oC})}$
B	Teor de ST igual ou maior que 7%, na forma de torta e aquecidos por quaisquer gases ou líquido imiscível.	Temperatura igual ou superior a 50 °C, por período igual ou superior a 15 segundos	$\text{Tempo (dias)} = 131.700.000/10^{0,14 \times T (\text{oC})}$
C	Teor de ST menor que 7%	Lodo aquecido no mínimo por 15 segundos, mas menos que 30 minutos,	$\text{Tempo (dias)} = 131.700.000/10^{0,14 \times T (\text{oC})}$
D	Teor de ST menor que 7%	Temperatura igual ou superior a 50 °C, por período de contato igual ou superior a 30 minutos	$\text{Tempo (dias)} = 50.070.000 / 10^{0,14 \times T (\text{oC})}$

**J80:** Proposta com base, fundamentalmente, em USEPA (1994). Na regulamentação de uso de lodo de diversos países (entre os quais se destacam os EUA, o Reino Unido e o Canadá) adota-se a abordagem de utilização conjunta de indicadores microbiológicos de qualidade do lodo e de parâmetros operacionais como indicadores da eficiência dos processos de tratamento na remoção de patógenos.

Na Norma 503 (EUA) estipula-se que para produção de lodo Classe A, este deve ser submetido a Processos de Redução Adicional de Patógenos (PRAP), alcançando um dos seguintes critérios: (i) < 1.000 E. coli /g ST ou (ii) < 3 Salmonella spp./ 4 g ST. O padrão de coliformes termotolerantes, ou E.coli, é então assumido como indicador da ausência de Salmonella. Assim, como controle de qualidade, a norma dos EUA estabelece que sejam cumpridas as exigências em termos de coliformes termotolerantes “ou” de Salmonella. Optou-se aqui por propor exigência apenas em termos de E.coli, não havendo necessidade de “ou salmonela”. Além disso, na Norma 503, os requisitos de uma das seguintes alternativas devem ser atendidos: (iii) tempo x temperatura – uma dada temperatura (elevada) deve ser mantida por um período de tempo pré-determinado ou (iv) tratamento alcalino, em condições controladas de tempo, temperatura, pH e teor de sólidos ou (v) o lodo é tratado por PRAP ou processo equivalente. Esses requisitos de tratamento e de controle operacional são adotados como indicadores (operacionais) da remoção de vírus e de helmintos, para o que o padrão bacteriológico (< 1.000 E. coli /g ST) não é indicador suficiente. Essa foi a abordagem adotada nesta proposta de revisão, em seu artigo 10º, § 1º e Tabela 4.

Na Norma 503, alternativamente às opções (iii) (iv) e (v), a qualidade Classe A pode ser verificada pelo monitoramento microbiológico de acordo com os seguintes critérios: (vi) < 1 unidade formadora de placa (UFP) de vírus entéricos por 4 gramas de sólidos totais e (vii) < 1 ovo viável de helmintos por 4 gramas de sólidos totais. A determinação desses agentes patogênicos é também exigida, a cada lote de lodo produzido, quando da adoção de processos de higienização não definidos. Abordagem similar é aqui adotada, sendo expressa nos incisos I e II deste parágrafo.

I. Outros processos para obtenção de lodo de esgoto Classe A, além daqueles especificados na Tabela 4, poderão ser propostos, desde que haja comprovação de sua eficiência em termos de redução de patógenos e que sejam aceitos pelo órgão ambiental.

II. No caso de não especificação pela UGL do processo utilizado para redução de patógenos, ou de falha na demonstração de atendimento sistemático às condições operacionais estipuladas para os processos de tratamento especificados na Tabela 4, deverá ser demonstrado que o lote de lodo de esgoto Classe A atende ao limite de menos que 1 (um) ovo viável de helmintos (nematoides intestinais humanos) por grama de sólido total ( $g^{-1}$  de ST) de lodo de esgoto.

**J81:** Ver **J80**. Valores adotados com base na recomendação da OMS, conforme quadro abaixo (WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater / World Health Organization. v. 1. Policy and regulatory aspects — v. 2. Wastewater use in

agriculture— v. 3. Wastewater and excreta use in aquaculture — v. 4. Excreta and greywater use in agriculture).

Table 5.1 Guideline values for verification monitoring in large-scale treatment systems of greywater, excreta and faecal sludge for use in agriculture

	Helminth eggs (number per gram total solids or per litre)	<i>E. coli</i> (number per 100 ml)
Treated faeces and faecal sludge	<1/g total solids	<1000/g total solids
Greywater for use in:		
• Restricted irrigation	<1/litre	<10 <sup>5</sup> <sup>a</sup> Relaxed to <10 <sup>6</sup> when exposure is limited or regrowth is likely
• Unrestricted irrigation of crops eaten raw	<1/litre	<10 <sup>3</sup> Relaxed to <10 <sup>4</sup> for high-growing leaf crops or drip irrigation

<sup>a</sup> These values are acceptable due to the regrowth potential of *E. coli* and other faecal coliforms in greywater.

Esses valores são entendidos pela OMS como indicativos de controle efetivo de riscos associados à infecção por helmintos (< 1 ovo helminto / g), bactérias e vírus (<103 *E.coli* / g). Por isso, não há indicações explícitas de monitoramento de vírus. Essa foi a abordagem adotada nesta proposta de revisão, cabendo ainda a observação que a experiência brasileira, desde a promulgação da Resolução Conama 375, revela a enorme fragilidade ainda reinante do país em termos de capacidade instalada (recursos humanos e materiais) para a realização de análises de vírus.

Como informação complementar, acrescenta-se que a regulamentação no Reino Unido é bastante similar à dos EUA. Para a produção de lodo Classe A (<103 *E.coli* / g), devem ser adotados processos de “tratamento avançado” (comparáveis aos processos de redução adicional de patógenos dos Estados Unidos). Não são exigidos limites para outros patógenos como vírus e helmintos, para os quais o controle é supostamente alcançado pela eficiência de tratamento e indicado pela redução específica de *E. coli* e, ou por variáveis de controle operacional dos processos de tratamento (BASTOS *et al.*, 2009).

§ 2º. Para que o lodo de esgoto sanitário seja classificado como Classe B, deverá atender ao limite máximo de 10<sup>6</sup> *Escherichia coli* por grama de sólidos totais (g<sup>-1</sup> de ST) ou ser proveniente de um dos processos de redução de patógenos descritos na Tabela 5, com a devida demonstração de atendimento dos respectivos parâmetros operacionais, e no inciso I do presente parágrafo.

Tabela 5. Processos de redução de patógenos para obtenção de lodo de esgoto Classe B.

a) digestão aeróbia - a ar ou oxigênio, com retenções mínimas de 40 dias, <b>sob temperatura de a 20°C ou por 60 dias a, sob temperatura de 15°C;</b>
b) secagem em leitos de areia ou em bacias( <b>solarização</b> ), pavimentadas ou não, <b>cobertas ou não, durante um período mínimo de 3 meses;-até atingir teor de sólidos mínimo de 60%;</b>
c) digestão anaeróbia por um período mínimo de 15 dias a 35-55°C ou de 60 dias a 20°C;
d) compostagem por qualquer um dos métodos citados anteriormente, desde que a biomassa atinja uma temperatura mínima de 40°C, durante pelo menos cinco dias, com a ocorrência de um pico de 55°C, ao longo de quatro horas sucessivas durante este período;
e) estabilização com cal, mediante adição de quantidade suficiente para que o pH seja elevado até pelo menos 12, por um período mínimo de duas horas.

**I. Outros processos para obtenção de lodo de esgoto Classe B poderão ser propostos, desde que haja comprovação de sua eficiência e que sejam aceitos pelo órgão ambiental.**

**J82: VER J74 a J81**

**A abordagem adotada para o padrão de qualidade de lodo Classe B é também essencialmente a mesma da Norma 503 da USEPA. O lodo deve ser tratado por Processos de Redução Significativa de Patógenos (PRSP) (Tabela 5), mas a qualidade microbiológica é estabelecida, essencialmente, em termos de coliformes termotolerantes (CTer): < 2 x 10<sup>6</sup> Cter / g de sólidos totais (ST). O padrão da Norma 503 para biossólidos Classe B foi desenvolvido com base na premissa de que os PRSP resultam em concentrações de coliformes termotolerantes menores que 2x10<sup>6</sup> org./g e que, considerando os valores tipicamente encontrados no lodo não tratado, isso corresponderia à redução de, aproximadamente, 2 log de CTer, 1 log de vírus entéricos e 1,5 log de Salmonella (USEPA, 2003; FARRELL, 2005).A esses processos são associadas condições operacionais, tais como tempo, temperatura e pH, Na realidade, a garantia da qualidade dos lodo Classe B pode ser avaliada tanto pela verificação do padrão bacteriológico do produto final quanto pela avaliação do processo de tratamento. Isto é, se as condições operacionais especificadas são observadas não é necessário o monitoramento microbiológico.**

~~§ 6o Para fins de utilização agrícola, o lodo de esgoto ou produto derivado será considerado estável se a relação entre sólidos voláteis e sólidos totais for inferior a 0,70.~~

**J83: Tema tratado no Art. 11º. O uso, somente, de sólidos voláteis não é um indicativo de estabilidade, esse indicador deve estar associado a determinados processos de tratamento do esgoto ou do lodo (Por esse motivo, foram acrescentados na Tabela 6 processos de tratamento de esgoto que geram lodo estabilizado, de acordo com NBR 12.209). Existem**

outras formas de garantir a não atratividade de vetores, além da verificação da estabilidade, as quais são descritas no Anexo I da Resolução Conama 375/06.

Art. 11. O lodo de esgoto a ser destinado para uso benéfico, em solos, deverá atender, pelo menos, a um dos critérios de redução de atratividade de vetores apresentados na Tabela 6, com a devida demonstração de atendimento dos respectivos parâmetros operacionais e, ou de variáveis de controle de qualidade do lodo tratado.

Tabela 6. Critérios para redução de atratividade de vetores para uso benéfico de lodo de esgoto sanitário, em solos.

<p>a) Fração orgânica do lodo de esgoto sanitário estabilizada, o que deve ser comprovado por uma relação entre sólidos voláteis e sólidos totais inferior a 0,65, tendo o lodo sido proveniente de um dos seguintes processos de tratamento do esgoto sanitário:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reator tipo UASB (reator de fluxo ascendente e manta de lodo) e filtro anaeróbio;</li> <li>- lagoas de estabilização;</li> <li>- lodos ativados com idade do lodo igual ou superior a 18 dias, ou relação A/M igual ou inferior a 0,15 kg DBO<sub>5</sub>/kg SSVTA;</li> <li>- digestão aeróbia e anaeróbia e estabilização química do lodo, de acordo com NBR 12209 (ABNT, 2011); e</li> <li>- sistemas alagados construídos.</li> </ul>	
<p>b) Lodo de esgoto sanitário ser proveniente de um dos processos e atende um dos seus respectivos critérios, descritos a seguir:</p>	
<p>a) I. Processos de digestão anaeróbia de lodo de esgoto ou produto derivado (critério 1 ou 2);</p>	<p><del>critério 1 —</del> <b>Critério 1:</b> relacionado à digestão aeróbia ou anaeróbia: a A concentração de sólidos voláteis (SV) deve ser reduzida em 38% ou mais. A redução de SV é medida pela comparação de sua concentração no afluente, de processo de estabilização de lodo de esgoto ou produto derivado (da digestão aeróbia ou anaeróbia), com a sua concentração no lodo de esgoto ou produto derivado sanitário pronto para uso ou disposição <b>destinação final</b>.</p> <p><del>critério 2 —</del> relacionado à digestão anaeróbia: <b>Critério 2:</b> caso a redução de 38% de SV do lodo de esgoto ou produto derivado não seja atingida, após o mesmo ser submetido a um processo de digestão anaeróbia, o processo adotado será aceito apenas se, em escala de laboratório, a mesma amostra de lodo de esgoto ou produto derivado <b>sanitário</b>, após um período adicional de 40 dias de digestão, com temperatura variando entre 30 e 37 °C, apresentar uma redução de SV menor que 17%.</p>
<p>b) II. Processos de digestão aeróbia de lodo de esgoto ou produto derivado (critério 1 ou 3 ou 4 ou 5);</p>	<p><b>Critério 1:</b> a concentração de sólidos voláteis (SV) deve ser reduzida em 38% ou mais. A redução de SV é medida pela comparação de sua concentração no afluente da digestão aeróbia, com a sua concentração no lodo de esgoto sanitário pronto para uso ou <b>destinação final</b>.</p> <p><del>critério 3 —</del> relacionado à digestão aeróbia: <b>Critério 2:</b> caso a redução de 38% de SV do lodo de esgoto ou produto derivado não seja atingida, após o mesmo ser submetido a um processo de digestão aeróbia, e o lodo de esgoto ou produto derivado <b>sanitário</b> possuir uma concentração de <del>materia seca (M.S.)</del> <b>sólidos totais (ST)</b> inferior a 2%, o processo adotado será aceito apenas se, em escala de laboratório, a mesma amostra de lodo de esgoto ou produto derivado <b>sanitário</b>, <b>apresentar uma redução de SV menor que 15%</b> após um período adicional de 30 dias de digestão, com temperatura mínima de 20 °C.</p> <p><del>critério 4 —</del> relacionado à digestão aeróbia: <b>Critério 3:</b> após o período de digestão, a taxa específica de consumo de oxigênio (SOUR - Specific Oxygen</p>

	<p><del>Uptake Rate</del> <i>Specific Oxygen Uptake Rate</i>) deve ser menor ou igual a 1,5 mg O<sub>2</sub>/[hora x grama de sólidos totais (ST)] a 20°C.</p> <p><del>critério 5 – relacionado à compostagem ou outro processo aeróbio:</del> <b>Critério 4:</b> durante o processo, a temperatura deve ser mantida acima de 40° C por, pelo menos, 14 dias. A temperatura média durante este período deve ser maior que 45°C.</p>
e) <b>III. Processo de compostagem</b> (critério 5);	<b>Critério 1:</b> durante o processo, a temperatura deve ser mantida acima de 40 °C por, pelo menos, 14 dias. A temperatura média durante este período deve ser maior que 45 °C.
<b>IV. Processo de estabilização química</b> (critério 6);	<del>critério 6 – relacionado à estabilização química:</del> <b>Critério 1:</b> a uma temperatura de 25°C, a quantidade de álcali misturada com o lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> <b>sanitário</b> , deve ser suficiente para que o pH seja elevado até pelo menos 12 por um período mínimo de 2 horas, permanecendo acima de 11,5 por mais 22 horas. Estes valores devem ser alcançados sem que seja feita uma aplicação adicional de álcali.
e) <b>V. Processos de secagem</b> (critério 7 ou 8);	<del>critério 7 –</del> <b>Critério 1:</b> relacionado à secagem com ventilação forçada ou térmica para lodos de esgoto ou <del>produto derivado</del> que não receberameu adição de lodos primários brutos: -após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 75% <del>M.S.</del> <b>ST</b> , sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não é aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais.
	<del>critério 8 –</del> <b>Critério 2:</b> relacionado à secagem por aquecimento ou ao ar, para lodos de esgoto ou <del>produto derivado</del> que receberam adição de lodos primários brutos: -após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 90% <del>M.S.</del> <b>ST</b> , sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não se aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais.
f) <b>VI. Processos de aplicação subsuperficial</b> (critério 9)e	<del>critério 9 –</del> <b>Critério 1:</b> relacionado à aplicação do lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> <b>sanitário</b> no solo na forma líquida: - a injeção do lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> líquido sob a superfície será aceita como um processo de redução de atração de vetores se: não for verificada a presença de quantidade significativa de lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> <b>sanitário</b> na superfície do solo, após uma hora da <del>seu</del> <b>sua</b> aplicação. No caso de lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> classe A, a injeção do lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> deve ser feita num período máximo de até oito horas após a finalização do processo de redução de patógenos.
g) <b>VII. Processos de incorporação no solo</b> (critério 10).	<del>critério 10 –</del> <b>Critério 1:</b> relacionado à aplicação do lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> <b>sanitário</b> no solo: nesta situação, o lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> deverá ser incorporado no solo antes que transcorram seis horas após <del>seu</del> <b>sua</b> aplicação na área. Se o lodo de esgoto ou <del>produto derivado</del> for classe A, deve ser aplicado e incorporado decorridas, no máximo, oito horas após sua descarga do processo de redução de patógenos.

**J84: VER J83**

Art. 10. § 5º ~~12.~~ Os lotes de lodo de esgoto **sanitário** ou ~~produto derivado~~, para uso agrícola que não se enquadrarem nos limites e critérios definidos nesta Resolução deverão ~~á~~ receber outra

forma de destinação final, devidamente detalhada no processo de licenciamento ambiental e aprovada pelo órgão ambiental licenciador.

**J85: Local mais adequado para abordar a questão na Resolução.**

Art. 13 ~~7º. §3º~~ Para a caracterização química do lodo de esgoto ou produto derivado quanto à presença de substâncias orgânicas, deverão ser determinadas, de acordo com os Anexos II e IV desta Resolução, as substâncias indicadas na Tabela 1 do Anexo V desta Resolução, inclusive quantitativamente. Em função das características específicas da bacia de esgotamento sanitário e dos efluentes recebidos na ETE, o órgão ambiental competente poderá solicitar à UGL, desde que devidamente justificado, a inclusão por prazo determinado de substância orgânica potencialmente tóxica no monitoramento ou na caracterização dos lotes de lodo de esgoto, estabelecendo a frequência de monitoramento e o limite máximo das substâncias no lodo de esgoto sanitário, acima do qual o material estará inapto a ser destinado para uso benéfico em solos.

Parágrafo único. Em função dos resultados do monitoramento, o órgão ambiental poderá estabelecer nova frequência de monitoramento, e fixar novos limites para o lodo de esgoto de uma UGL, acima do qual o material não deverá ser destinado para uso benéfico em solos.

**J86: Proposta com base no Parecer nº 50011/2017-MMA (Ministério do Meio Ambiente), o qual descreve:**

*2.8. Quanto a ausência de outros parâmetros de controle ambiental (além dos já citados no item 2.5), ressalta-se que internacionalmente há um consenso quanto à importância de se regular a maturidade do composto e limites de metais pesados e de impurezas inertes. Não há, no entanto, consenso científico sobre o estabelecimento de valores limites para POPs, fármacos ou outros possíveis poluentes presentes em lodos de esgoto ou em resíduos orgânicos em geral, prevalecendo mais a abordagem de políticas públicas de prevenção e controle da emissão destes poluentes do que o controle “fim de tubo”. As legislações e orientações técnicas sobre compostagem de diversos países com experiência mais longa e estruturada do que o Brasil neste tema, incluindo pesquisas e estudos de monitoramento de longo prazo e análises de risco, dispensam atualmente análises de outros possíveis contaminantes em compostos orgânicos.*

*2.9. A União Europeia, por exemplo, em relatório específico sobre uso agrícola de lodo de esgoto<sup>1</sup>, conclui que a presença de metais pesados no lodo de esgoto usado na agricultura representa um risco muito mais sério à saúde humana do que a presença de contaminantes orgânicos, devido, entre outras razões, ao fato dos POPs de maior risco à saúde humana serem hidrofóbicos e pouco solúveis em água, dificultando sua absorção por plantas. A presença de POPs (como dioxinas e PCBs) em culturas agrícolas está mais relacionada com absorção da atmosfera do que com absorção pelo solo. O relatório ressalta também que as análises de POPs são geralmente complexas e caras, de forma que um melhor controle da origem do lodo (evitando lodos caracterizados como perigosos) pode representar, em termos de políticas públicas, um custo benefício melhor do que a exigência de monitoramento permanente destes contaminantes em lodos. A EPA americana chegou a uma conclusão análoga após estudo de cinco anos sobre o tema<sup>2</sup>, tomando a decisão de não regular*

*dioxinas em lodos para uso agrícola por não representarem risco significativo à saúde humana ou ao meio ambiente, de acordo com os estudos de análise de risco conduzidos.*

*2.10. A União Europeia está também discutindo critérios “end-of-waste” de resíduos, ou seja, critérios a serem seguidos para que resíduos deixem de ser considerados como tal e passem a ser considerados como produto ou matéria-prima. Para os resíduos orgânicos, um dos critérios é o tratamento biológico, sendo a compostagem uma das principais alternativas. Extensa revisão de literatura, de legislação e campanhas de análises de qualidade de compostos de diversos sistemas de compostagem foi conduzida para elaboração da proposta<sup>3</sup>. Os principais critérios de qualidade sugeridos foram critérios de maturidade do composto e limites para impurezas e metais pesados. Quanto a POPs, concluiu-se que ainda há pouca base científica e conhecimento disponíveis para o estabelecimento de limites quanto a estes poluentes em compostos orgânicos. O mesmo se aplica à presença de fármacos, ressaltando que estudo de análise de risco quanto a presença de fármacos em lodo de esgoto conduzida pela EPA da Dinamarca concluiu não haverem riscos inaceitáveis.*

*2.11. No Canadá, o guia de orientações sobre qualidade do composto<sup>4</sup> do Ministério do Meio Ambiente isenta a necessidade de análises de rotina de dioxinas, furanos, PCBs e PAHs, devido à baixa presença dos mesmos nos compostos produzidos no país.*

*2.12. Nacionalmente, os poucos estudos que levantaram a presença de POPs em lodos de esgoto<sup>5,6</sup> ou em composto orgânico<sup>7</sup> foram realizadas em regiões altamente industrializadas e apontam para a presença de POPs principalmente em lodos que recebem efluentes industriais em quantidade significativa. Ainda assim, as concentrações destas substâncias se mostram em geral inferiores às referências internacionais. Monitoramentos de POPs em fertilizantes Classe D (que possuem lodo de esgoto em sua composição) apresentam a maior parte dos valores abaixo do limite de detecção das análises.*

*2.13. Cita-se também a sistematização e análise<sup>8</sup> das pesquisas realizadas nos últimos 30 anos sobre a presença de POPs em lodos de esgoto, conduzida por pesquisadores australianos.*

*Embora os POPs estejam presentes na maior parte dos lodos de esgoto de países desenvolvidos (notadamente os maiores produtores de POPs), a maioria dos estudos e análises de risco realizados apontam, nas palavras dos pesquisadores, risco negligenciável à saúde humana de POPs não-iônicos, quando aplicados no solo nas concentrações tipicamente observadas em lodos de esgoto. Os estudos indicam ainda que a concentração da maior parte dos POPs em lodos de esgoto vem diminuindo, demonstrando a efetividade das políticas de controle das fontes emissoras.*

*2.14. Quanto aos fármacos, ressalta-se que este é um tema emergente no âmbito da Abordagem Estratégica Internacional para a Gestão de Substâncias Químicas (SAICM), do qual o Brasil é signatário. Este assunto tem sido pautado pelos países desenvolvidos e não há ainda consenso científico sobre as melhores estratégias de lidar com a questão, de forma que não é possível neste momento o estabelecimento de limites para a presença destas substâncias no meio ambiente.*

Art. 14~~8~~<sup>o</sup>. O órgão ambiental competente poderá solicitar, mediante motivação **técnica**, outros ensaios e análises não listados nesta Resolução.

Parágrafo único. Em função das características específicas da bacia de esgotamento sanitário e dos efluentes recebidos, as UGLs poderão, **mediante fundamentação técnica**, requerer, junto ao órgão ambiental competente, dispensa, **alteração de frequência** ou alteração da lista de substâncias a serem analisadas nos ~~lotes de lodo de esgoto ou produto derivado~~.

**J87: Alteração com o objetivo de melhorar a clareza do texto.**

Art. 23. ~~§ 1o~~ 15. Os resultados dos monitoramentos, **da caracterização dos lotes de lodo de esgoto sanitário e de controle operacional dos processos de redução de patógenos**, previstos nesta Resolução poderão a qualquer momento, ser auditados pelo órgão ambiental.

**J88:** Alteração para atender aos novos controles estabelecidos na presente proposta.

### Seção III

#### **Requisitos Mínimos de Qualidade do Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Destinado a Agricultura**

#### **Da Frequência de Monitoramento e de Caracterização de Lote de Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Sanitário a ser Destinado para Uso Benéfico em Solos**

**J89:** Ver **J60**.

Art. 10 ~~16.º~~ O monitoramento ~~das características~~ do lodo de esgoto ~~ou produto derivado a ser~~ destinado para uso benéfico em solos, quanto às variáveis de qualidade determinados nesta Resolução deverá ser de acordo com a Tabela 7 e quanto aos parâmetros de controle operacional dos processos de redução de patógenos e de redução de atratividade de vetores, deverá ser implementado de acordo com os critérios de frequência definidos ~~na Tabela 4~~ no plano de gerenciamento da UGL e aprovados pelo órgão ambiental competente, considerando as características específicas da UGL.

Tabela 7 ~~4~~. Frequência de monitoramento de variáveis de qualidade de lodo de esgoto a ser destinado para uso benéfico em solos em função da quantidade de lodo de esgoto beneficiado na UGL, em termos de sólidos totais (t ano<sup>-1</sup> ST), sem quantificar a adição de outros materiais.

Quantidade de lodo de esgoto <del>ou produto derivado a ser</del> destinado para aplicação na agricultura em toneladas/ano (base seca) <del>uso benéfico em solos (t ano<sup>-1</sup> ST),</del>	Frequência de monitoramento (vezes por ano)
Até 60	<del>Annual, preferencialmente anterior ao período de maior demanda pelo lodo de esgoto ou produto derivado</del>
De 60 a 240	<del>Semestral, preferencialmente anterior aos períodos de maior demanda pelo lodo de esgoto ou produto derivado</del>
De 240 a 1.500 Até 500	<del>Trimestral</del> Uma
De 1.500 a 15.000	<del>Bimestral</del> Duas
Acima 15.000	<del>Mensal</del> Três

§ 1º. ~~A caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado, representada por amostragem, é válida exclusivamente para o lote gerado no período compreendido entre esta amostragem e a subsequente.~~

**J90:** A Resolução Conama deve possuir diretrizes gerais mínimas, as quais devem ter embasamento técnico e científico. Quanto à frequência de monitoramento das variáveis

de qualidade do lodo de esgoto, as ETEs ou UGLs de menor porte tem maior potencial de sofrer variações nas características relacionadas ao potencial agrônômico e metais pesados do lodo de esgoto do que as de grande porte. A nova proposta de frequência de monitoramento com base no porte de ETEs e/ou UGLs (adotando-se o critério de população atendida: até 10.000 habitantes, de 10.000 a 100.000 e acima de 100.000 habitantes). O monitoramento deve garantir principalmente que as amostras sejam representativas, e a determinação de sua frequência dependerá principalmente dos processos adotados nas UGLs, portanto vai ser específico para cada situação, cabendo então ao órgão ambiental estadual defini-lo. Ressalta-se ainda que os resultados de elementos químicos tóxicos e de parâmetros agrônômicos têm também a função de fornecer dados para o cálculo de taxa ou dose de aplicação. E no caso dos parâmetros agrônômicos, de necessidade de adubação complementar nos cultivos agrícolas (essa função da caracterização é fundamental para que o agrônomo não recomende doses inadequadas que possam causar problemas nos cultivos). Também é necessário que a UGL realize monitoramentos adicionais no lodo de esgoto sanitário quando da ocorrência de alterações nos parâmetros de controle operacional do processo de redução de patógenos e de alterações significativas das características do esgoto afluente à ETE produtora do referido lodo.

**Parágrafo único.** Caso os valores para **elementos químicos tóxicos** substâncias potencialmente tóxicas alcancem 80% dos limites estabelecidos por esta **nesta** Resolução, a frequência de monitoramento deverá ser aumentada, **as amostragens deverão ser realizadas em intervalos menores**, segundo **parâmetros critérios** definidos pelo órgão ambiental competente, e a UGL deverá implementar medidas adequadas para redução desses valores.

**J91: Adequação necessária devido ao novo contexto estabelecido pela proposta e para que a UGL adote medidas, visando a redução de valores.**

~~§ 3º. A critério do órgão ambiental licenciador, em conjunto com os órgãos de saúde e de agricultura competentes, as frequências de amostragem podem ser aumentadas, devidamente justificadas.~~

**J92: Tema tratado no § 2º. do Art. 16º.**

~~§ 4º As análises químicas e biológicas previstas nesta Resolução devem ser realizadas em laboratórios que adotem os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.~~

**J93: Tema tratado no Art. 18º.**

~~§ 5º Os lotes de lodo de esgoto ou produto derivado, para uso agrícola que não se enquadrarem nos limites e critérios definidos nesta resolução deverão receber outra forma de destinação final, devidamente detalhada no processo de licenciamento ambiental e aprovada pelo órgão ambiental licenciador.~~

**J94: Tema tratado no Art. 12º.**

Art. 17. O processo de formação de lotes em uma UGL deverá ser informado no Plano de Gerenciamento de UGL, o qual deverá descrever o método de amostragem para obtenção de amostras representativas, a frequência de monitoramento e a forma de registro dos parâmetros de controle operacional dos processos de redução de patógenos e de redução de atratividade de vetores.

§ 1º. A caracterização do lote de lodo de esgoto a ser destinado para uso benéfico, em solos, quanto às variáveis de qualidade determinadas nesta Resolução, deverá ser realizada num prazo máximo de três meses anterior à destinação, com exceção da caracterização *Escherichia coli*, cujo prazo máximo deverá ser de dez dias anterior à destinação.

§ 2º. A UGL deverá realizar caracterizações adicionais no lote de lodo de esgoto sanitário quando da ocorrência de alterações nos parâmetros de controle operacional do processo de redução de patógenos e de alterações significativas das características do esgoto afluente à ETE produtora do referido lodo.

**J95: Inclusão necessária para diferenciar os procedimentos de monitoramento de lodo de esgoto (destinação de forma contínua) dos procedimentos de caracterização de lote de lodo de esgoto (destinação por lote). Ver definições VIII, XVII e Art. 4º. A caracterização diferenciada para *E. coli* é devido à possibilidade de recrescimento de bactérias, a qual é bem documentada na literatura. No entanto, esse recrescimento depende de vários fatores, tais como o grau de estabilização, teor de umidade, disponibilidade de nutrientes e tipo de tratamento do lodo. Dessa forma, o potencial de recrescimento não é igual em lodos de diferentes processos de tratamento, sendo que em processos de tratamento mais "agressivos" o recrescimento é pouco provável. O recrescimento, em geral, é um fenômeno temporário e de curta duração, pode ser brusco, mas é seguido de decaimento**

**também brusco e rápido. Dessa forma, é provável que se não houve recrescimento até os 10 dias, provavelmente não haverá mais.**

Art. 18. As coletas de amostras e as análises laboratoriais do lodo de esgoto sanitário e solo, previstas nesta Resolução, devem ser realizadas de acordo com normas nacionais ou internacionais mais recentes, publicadas por entidades tais como: Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF), United States Environmental Protection Agency (USEPA); sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

Art. 19. As análises de qualidade do lodo de esgoto sanitário e de solo, previstas nesta Resolução, serão realizadas pela UGL, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou subcontratado, desde que se comprove a existência de um sistema de gestão, como o das normas ABNT NBR ISO 9001:2015 ou NBR ISO/IEC 17025:2017.

Parágrafo único. Os laboratórios deverão utilizar a metodologia analítica disponível para cada substância e estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução, bem como adotar procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

**J96: O Anexo II - critérios para as análises de lodo de esgoto ou produto derivado e solo e apresentação dos resultados foi retirado, pois não é aconselhável a descrição de metodologias em um documento normativo, uma vez que as metodologias de determinação laboratorial evoluem ao logo do tempo. Dessa forma, faz-se necessária a inclusão dos Arts. 18º e 19º.**

#### Seção IV

### ~~Das Culturas Aptas a Receberem~~ **Das Restrições de Usos de Lodo de Esgoto ou Produto Derivado Sanitário em Solos**

**J97:** A seção não se refere somente as culturas aptas, mas também a restrições de uso e de acesso a áreas de aplicação de lodo, portanto é necessária a alteração do título da seção.

Art 20. 12. ~~É proibida a utilização de qualquer classe de lodo de esgoto ou produto derivado em pastagens e cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, e culturas inundadas, bem como as demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo. O lodo de esgoto Classe A poderá ser aplicado em solos para os usos listados na Tabela 8, observadas as respectivas restrições.~~

Tabela 8. Usos permitidos e respectivas restrições para aplicação de lodo de esgoto Classe A.

<b>Uso</b>	<b>Restrição</b>
Cultivo de alimentos consumidos crus e cuja parte comestível tenha contato com o solo	Não colher antes de 2 meses após a última aplicação de lodo.
Pastagens	Sem pastejo por 1 mês após a última aplicação de lodo. Forrageiras sem colheita por 1 mês após a última aplicação de lodo.
Solos de locais com alto potencial de exposição pública, como, por exemplo, jardins, parques e campos de prática de esportes.	Acesso restrito por quatro meses após a última aplicação de lodo.

§ 1º ~~Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, as pastagens poderão ser implantadas após um período mínimo de 24 meses da última aplicação. Não há restrição no que se refere ao tempo entre a aplicação do lodo de esgoto sanitário Classe A e o cultivo ou colheita nas seguintes situações:~~

- I - Cultivo de produtos alimentícios que não têm contato com o solo;
- II - Cultivo de produtos alimentícios que não são consumidos crus;
- III - Cultivo de produtos não alimentícios.

§ 2º ~~Em solos onde for aplicado lodo de esgoto ou produto derivado, somente poderão ser cultivadas olerícolas, tubérculos, raízes e demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo bem como cultivos inundáveis, após um período mínimo de 48 meses da última aplicação. Não há restrição no que se refere ao tempo sem acesso à área de aplicação de lodo de esgoto sanitário Classe A.~~

**J98: Magalhães (2012) em análise crítica da Resolução Conama 375/2006 na perspectiva da metodologia de avaliação quantitativa de risco microbiológico, sugere que dispositivos da Resolução merecem revisão, por fragilidade em termos de fundamentação e, ou excesso de rigor. O autor mostra que a Resolução é extremamente cautelosa em relação ao cultivo com lodo Classe A, de produtos alimentícios, cuja parte comestível entre em contato com o solo, pois experimentos de campo demonstraram tendência de contaminação baixa de hortaliças cultivadas com lodo, mesmo da Classe B. Os estudos de avaliação de risco indicaram também que, em geral, os riscos aos consumidores de hortaliças consumidas cruas adubadas com biossólidos, mesmo Classe B, não são elevados.**

**Em diversos países, a exemplo dos EUA, o biossólido Classe A pode ser utilizado sem quaisquer restrições, da mesma forma que qualquer outro fertilizante ou produto de correção de solo, incluindo a aplicação em gramados e jardins residenciais.**

**De acordo com a abordagem da dupla barreira de proteção (VER J78), restrições de uso devem promover proteção adicional quando o tratamento por si só não é uma medida suficiente para remover “completamente” os organismos patogênicos. Essa é precisamente a lógica da Norma 503 para biossólidos Classe A, pois não existem restrições para o uso dessa categoria, que é considerada “livre de patógenos”. Isso poderia ser visto como um clássico exemplo da tão chamada abordagem de “risco nulo” encontrada em algumas normas de reuso de águas residuárias, como nos Guidelines for Wastewater Use da USEPA (BLUMENTHAL et al., 2000; USEPA, 2004). Assim, há precedentes e argumentos técnicos e científicos para não se propor quaisquer restrições ao uso de lodo Classe A. Entretanto, em nome do princípio da precaução e reconhecendo que a percepção de risco associado ao consumo de produtos ingeridos crus seja algo presente em meio ao público em geral, optou-se por propor a imposição de um período de dois meses entre a última aplicação de lodo e colheita de alimentos consumidos crus cuja parte comestível tenha contato com o solo (Tabela 8). Esse prazo é também baseado nos estudos de Magalhães (2012), que conclui que “os estudos de avaliação de risco sugerem que, mesmo com um intervalo de dois meses entre a aplicação do biossólido e o cultivo das hortaliças, os níveis de risco tidos como toleráveis seriam atendidos com considerável margem de segurança, mesmo com aplicação de biossólido Classe B, ou de pior qualidade.”**

**Também como medida de precaução se propôs um intervalo de tempo de um mês entre a última aplicação de lodo e o pastejo e a colheita de forrageiras e pastagens (Tabela 8). Tal proposição teve como fundamento o trabalho de Dias (2012) – Avaliação Quantitativa de Risco Microbiológico como subsidio para a formulação de diretrizes de qualidade de**

águas residuárias para irrigação e forrageiras: estudo de sanidade animal (tese de doutorado), cabendo aqui os seguintes destaques: “os cenários de exposição foram baseados no Pastoreio Racional de Voison no qual os animais alternam diariamente entre piquetes irrigados com águas residuárias, mantendo intervalo de 14 dias entre a irrigação e o pastoreio. Foi considerado que os animais foram alimentados exclusivamente a pasto, durante 365 dias. (...) Os resultados sugerem que a utilização de águas residuárias com 104-105 E.coli/100 mL não representa excesso de risco de infecção ou doença para bovinocultura(..) Com a utilização de águas residuárias com 103-104 E.coli/100 mL os riscos foram ainda menores (...) conclui-se que a qualidade preconizada pela OMS para irrigação de pastos e forrageiras (104 E.coli/100 mL), embora tenha sido fixada visando a proteção da saúde dos trabalhadores é segura para garantir a sanidade dos animais que consomem tais plantações”. Infere-se, portanto, que a aplicação de lodo Classe A e a observação de intervalo de 30 dias guardem nível similar de proteção à saúde, tanto dos animais, quanto dos trabalhadores rurais. Acrescente-se que na Norma 503 não há qualquer restrição neste sentido para lodo classe A e que 30 dias é o intervalo de tempo entre aplicação de lodo e o pastejo / colheita de forrageiras e pastagens para lodo Classe B. No Reino Unido o intervalo é de 3 semanas, tanto para lodo Classe A quanto para Classe B.

Por fim, sugere-se uma restrição de quatro meses de acesso a áreas com aplicação de lodo em solos de locais com alto potencial de exposição pública, como, por exemplo, jardins, parques e campos de prática de esportes. Esta é mais uma proposição em nome do princípio da precaução já que não encontramos estudos que apoiassem propostas mais bem fundamentadas. Foi assumido aqui o mesmo prazo (quatro meses) adotado para a proteção da saúde ocupacional (trabalhadores com elevado nível de exposição) no caso de cultivo com lodo Classe B.

Art. 13 ~~21~~. ~~Lodos de esgoto ou produto derivado enquadrados como classe A poderão ser utilizados para quaisquer culturas, respeitadas as restrições previstas nos arts. 12 e 15 desta Resolução.~~ **O lodo de esgoto Classe B poderá ser aplicado em solos para os usos listados na Tabela 9, observadas as respectivas restrições.**

**Tabela 9. Usos permitidos e respectivas restrições para aplicação de lodo de esgoto Classe B.**

<b>Uso</b>	<b>Restrição</b>
<b>Cultivo de alimentos não consumidos crus.</b>	<b>Não colher antes de quatro meses após a última aplicação de lodo.</b>

Pastagens	Sem pastejo por 2 meses após a última aplicação. Forrageiras sem colheita em quatro meses após a última aplicação.
Árvores frutíferas	Aplicação deve ser realizada após a colheita.

§ 1º. É proibida a utilização de lodo de esgoto sanitário Classe B no cultivo de produtos alimentícios consumidos crus.

§ 2º. Não há restrição no que se refere ao tempo sem acesso à área de aplicação de lodo de esgoto sanitário Classe B em florestas plantadas, recuperação de solos e de áreas degradadas.

**J99:** Como discutido anteriormente (VER J78), as restrições para o uso de lodo Classe B são impostas com vistas à redução adicional de patógenos por processos de decaimento natural, objetivando, assim, o mesmo nível de proteção alcançado no caso de biossólidos Classe A. De acordo com Bastos et al (2013), as restrições à utilização de lodo Classe B estabelecidas na Norma 503 foram desenvolvidas levando em consideração a sobrevivência dos patógenos no solo, a qual pode variar em faixas tão amplas quanto dias e meses, dependendo do tipo de patógeno, da concentração inicial dos patógenos, da taxa e do método de aplicação do biossólido e das condições climáticas. Por esse motivo, a USEPA baseou suas restrições em “patógenos-referência” e em condições de exposição tidas como representativas e conservadoras o suficiente para permitir o uso dos biossólidos em qualquer região dos EUA e nos mais variados tipos de aplicação (NRC, 2002). Ainda segundo esses autores, “as condições climáticas brasileiras são, comparadas às dos EUA e do Reino Unido, em tese e em geral, menos favoráveis à sobrevivência de patógenos, mas, ainda assim, a Resolução Conama 375/2006 estabelece critérios muito mais restritivos, ao ponto de proibir a aplicação em culturas alimentícias e pastagens”. Nos já referidos estudo de Bastos et al (2009) e Magalhães (2012) (Análise crítica da Resolução Conama 375/2006 – dissertação de mestrado) os autores demonstram que o consumo de hortaliças não se apresenta como o cenário de risco mais preocupante associado ao uso agrícola de biossólidos e que, portanto, as restrições impostas pela Resolução Conama 375/2006 para essa prática agrícola sejam excessivamente rigorosas. Objetivamente, os estudos de avaliação de risco de Magalhães (2012) sugerem que, mesmo com um intervalo de dois meses entre a aplicação do biossólido e o cultivo das hortaliças, os níveis de risco tidos como toleráveis seriam atendidos com considerável margem de segurança, mesmo com aplicação de biossólido Classe B. Não obstante, mais uma vez, em

nome do princípio da precaução e da percepção e risco porventura prevalente no seio do público, optou-se por manter a proibição do uso de lodo Classe B para o cultivo de alimentos consumidos crus.

Por outro lado, os estudos acima referidos apontam que os riscos mais evidentes são os riscos ocupacionais, mais especificamente, de trabalhadores envolvidos na aplicação do lodo e em atividade de cultivo. As estimativas de risco ocupacional referentes ao cenário de atividades de manejo agrícola durante o cultivo revelaram que medidas tais como a incorporação do biossólido no solo e, principalmente, a observação de intervalos entre a aplicação do biossólido e o cultivo, cumprem importante papel de barreiras de proteção. Essa é, portanto, a fundamentação para a proposta de intervalo de quatro meses entre a última aplicação de lodo e cultivo alimentos não consumidos crus e de produtos não alimentícios (Tabela 9), a qual tem como alvo a proteção da saúde dos trabalhadores. Os estudos de avaliação de risco de Magalhães (2012) indicaram que, com a observação de um intervalo de quatro a seis meses entre a aplicação de biossólidos e o cultivo, o risco ocupacional pode, em geral, ser mantido em níveis assumidos como toleráveis, com margem de segurança, mesmo com aplicação de biossólido Classe B. Isso é o que sustenta também a proposição dos mesmos quatro meses para a colheita de forrageiras (Tabela 9), Sobre o prazo proposto de dois meses sem pastejo após a última aplicação de lodo, trata-se simplesmente de uma margem de segurança (o dobro) aplicada sobre o critério adotado para lodo Classe A. Por fim, não se viu necessidade de impor restrições à aplicação de lodo Classe B em casos de baixa exposição de trabalhadores e de público, como, por exemplo, em florestas plantadas, recuperação de solos e de áreas degradadas (§ 2º artigo 21 e § 1º artigo 22), mas proibir o uso em solos de locais com alto potencial de exposição pública (artigo 22).

Note-se que as restrições aqui sugeridas de fato constituem margem extra de segurança, já que, de acordo, com o inciso VI do artigo 32 da presente proposta, a aplicação de lodo de esgoto classe B deverá ser feita, obrigatoriamente, sem contato humano direto, com uso de tratores ou outros implementos agrícolas, com sua incorporação logo após sua disposição sobre o solo.

Art. 14. ~~22. A utilização de lodo de esgoto ou produto derivado enquadrado como classe B é restrita ao cultivo de café, silvicultura, culturas para produção de fibras e óleos, com a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, seguida de incorporação, respeitadas as restrições previstas no art. 15 e no inciso XI, do art. 18 desta Resolução.~~ **É proibida a aplicação de lodo de esgoto**

sanitário Classe B em solos de locais com alto potencial de exposição pública, como, por exemplo, jardins, parques e campos de prática de esportes.

§ 1º. Não há restrição à de aplicação de lodo de esgoto sanitário Classe B em solos de locais com baixo potencial de exposição pública, como, por exemplo, jardins e canteiros de rodovias

**J100**: Necessidade de inclusão do Artigo, pois esse tipo de uso não era abordado pela Resolução Conama 375/2006.

Art. 23. Fica autorizado o uso de lodo de esgoto sanitário de qualquer classe e em quaisquer culturas, para fins de pesquisa, bem como uso em solos para o cultivo de cortinas verdes, jardins e gramados em áreas de ETEs ou UGLs, desde que cumpram os preceitos de segurança desta norma e demais legislações aplicáveis.

**J101**: Necessidade de inclusão do Artigo, pois esses tipos de uso não eram abordados pela Resolução Conama 375/2006.

## Seção V

### Das Restrições Locacionais e da Aptidão do Solo das Áreas de Aplicação

Art. ~~15~~ 24. Não será permitida a aplicação de lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~ sanitário:  
I - em unidades de conservação, com exceção de Áreas de Proteção Ambiental - APA e do uso de lodo Classe A1, quando autorizado pelo órgão ambiental competente;

**J102**: As unidade de proteção integral como Parques Nacionais ou Estações Ecológicas, a princípio não terão demanda por lodo, o que é esperado, contudo muitos destas unidades podem ter sido criadas em extensões de áreas preservadas, mas com alguns sítios degradados, como exemplos no Distrito Federal, onde antigas cascalheiras, localizadas no Parque Nacional de Brasília ( PNB) e na Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília (EEJBB), são recuperadas como lodo de esgoto. Houve parecer do ICMBIO possibilitando a recuperação com lodo, somente quando atendendo os padrões de qualidade de Classe A. Existem muitas modalidades de unidades de conservação, além de APA, que poderiam receber lodo, como por exemplo Florestas Nacionais, como é também o caso de antigas extensões de plantios de eucalipto e pinus que foram transformadas em FLONA no Distrito Federal pelo ICMBIO.

II - em Área de Preservação Permanente-APP;

III - em Áreas de Proteção aos Mananciais - APMs definidas por legislações estaduais e municipais, **com exceção se utilizar lodo Classe A1, a uma distância mínima de 2000 m de raio a montante do ponto de captação de água para abastecimento público;**

**J103: As Áreas de Proteção de Mananciais são criadas, conforme o estado, por diversos instrumentos jurídicos, e possuem dimensões variadas, englobando toda a bacia de drenagem à montante dos pontos de captação de água utilizadas no abastecimento público ou apenas trechos destas bacias. Outras unidades de conservação podem sobrepor às APMs. Como política pública podem ser criadas como unidades de conservação ou como zonas de ordenamento territorial dentro dos Planos de Ordenamento das cidades, mas também como unidades de gerenciamento de recursos hídricos. Várias das APMs podem ter zonas totalmente preservadas em parte de suas áreas, mas também áreas urbanas a serem contidas e áreas rurais a terem suas atividades manejadas em favor da produção, conservação e produção de água, como um serviço ambiental.**

**A premissa de utilização do lodo de esgoto é aproveitar e dar destino de forma adequada à proteção do meio ambiente e da saúde da população, a uma importante fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as plantas. A aplicação do lodo no solo pode trazer grandes benefícios à agricultura, silvicultura e recuperação de áreas degradadas, desde que o lodo seja usado dentro dos critérios de segurança preconizados. Contribui inclusive para consolidação de uma agricultura sustentável, propiciando que áreas rurais não sejam loteadas e/ou transformadas em áreas urbanas, estas sim podem ser prejudiciais para bacias de mananciais, pois além de impermeabilizar os solos, os centros urbanos podem provocar problemas conhecidos aos recursos hídricos relacionados às águas pluviais, resíduos sólidos, dentre outros.**

**O lodo de esgoto pode ser utilizado de forma segura ao meio ambiente, sendo assim as APMs não terão seu principal objetivo comprometido por atividades rurais que utilizem lodo e que realizem o manejo do solo e da água de forma adequada. As APMs contudo são criadas para que se tenha políticas públicas sobre extensões de territórios com um grau de cuidado maior àqueles outros recursos hídricos já também protegidos ou abrangidos pelas legislações ambientais, de recurso hídrico ou de ordenamento territorial. Sendo assim para APMs se propõe um cuidado extra à já preconizada na proposta de uso e manejo do lodo de esgoto, que se retrata pela proibição de uso de lodo em APMs em uma distância de até 2000 metros em raios do ponto de captação de água definidora da APM e**

para elevar ainda o grau de segurança utilizar apenas lodo classificado como A1, que por si só já possui os melhores requisitos de segurança ambiental e de saúde.

~~IV— no interior da Zona de Transporte para fontes de águas minerais, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa, definidos na Portaria DNPM no 231, de 1998;~~

**J104:** Nesses casos seria necessário um complexo estudo para delimitar a Zona de Transporte. As restrições e exigências de qualidade do lodo e de taxa de aplicação não o tornam um material de risco para essas áreas. O risco seria no caso de acidente no transporte do material e não da sua aplicação.

~~IV - num raio mínimo de 100 m de poços rasos e residências, podendo este limite ser ampliado para garantir que não ocorram incômodos à vizinhança;~~

~~VI - numa distância mínima de 15 (quinze) metros de vias de domínio público e drenos interceptadores e divisores de águas superficiais de jusante e de trincheiras drenantes de águas subterrâneas e superficiais;~~

~~VII— em área agrícola cuja declividade das parcelas ultrapasse:~~

~~a) 10% no caso de aplicação superficial sem incorporação;~~

~~b) 15% no caso de aplicação superficial com incorporação;~~

~~e) 18% no caso de aplicação subsuperficial e em sulcos, e no caso de aplicação superficial sem incorporação em áreas para produção florestal;~~

~~d) 25% no caso de aplicação em covas;~~

~~VIII— em parcelas com solos com menos de 50 cm de espessura até o horizonte C;~~

~~IX— em áreas onde a profundidade do nível do aquífero freático seja inferior a 1,5 m na cota mais baixa do terreno; e~~

**J105:** Estes itens não devem fazer parte do texto da resolução, pois dizem respeito a responsabilidade do profissional que irá recomendar a aplicação de lodo de esgoto e para isso deverá recolher ART. Nem mesmo as legislações sobre o uso sustentável e conservação de solos agrícolas (Dolabella, 2014) estabelecem critérios técnicos que devam ser seguidos no uso do solo agrícola e sim remetem a um responsável técnico. Além disso, poderá ser necessário ao responsável técnico pela área, no caso de recuperação de áreas degradadas, recomendar a aplicação em solos rasos de cascalheiras desativadas e em outros casos o limite de 1,5 m de profundidade do aquífero pode ser insuficiente. Em relação à declividade do solo, o item é de difícil interpretação, pois em alguns casos se adotadas medidas de conservação de solo como terraceamento e curvas de nível, em áreas com mais

de 10%, que realizam plantio direto, seria possível a não incorporação. Todos esses fatores dependem da avaliação do técnico responsável pela recomendação conforme definido no Art 25°.

*Dolabella, R. H. C. Legislação brasileira e programas do governo federal para o uso sustentável e a conservação de solos agrícolas. Câmara dos Deputados: Brasília, 2014.*

✕ **VI** - em áreas definidas como não adequadas por decisão motivada dos órgãos ambientais e de agricultura competentes.

§ 1º. O lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~ **sanitário** poderá ~~ser~~ **á** ser utilizado na zona de amortecimento de unidades de conservação, desde que sejam respeitados as restrições e os cuidados de aplicação previstos nesta Resolução, bem como restrições previstas no Plano de Manejo, mediante prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade de conservação.

§ 2º. No caso da identificação de qualquer efeito adverso decorrente da aplicação de lodos de esgoto ~~ou produto derivado~~ **sanitário** realizada em conformidade com esta Resolução e com vistas à ~~proteção~~ **geração** da saúde humana e ~~do~~ **do** ambiente, as autoridades competentes deverão estabelecer, imediatamente após a mencionada identificação, requisitos complementares aos padrões e critérios insertos nesta Resolução.

**J106: Alterações necessárias em virtude do novo contexto da Resolução.**

## Seção VI

### Da ~~Projeto Agronômico~~ Recomendações Técnicas e das Condições de Uso **Benéfico de Lodo de Esgoto Sanitário em Solos**

**J107:** Segundo CREA-ES toda obra ou serviço na área Agronômica ou Florestal, deverá possuir o registro e respectivo pagamento da Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, de responsabilidade do profissional. Sendo que os projetos e demais trabalhos profissionais são direitos autorais do profissional, e os clientes só poderão utilizá-los para os locais indicados, salvo expressa estipulação em contrário.

Para cultivos agrícolas o usual é que o responsável técnico elabore uma recomendação agronômica, que é o serviço técnico com objetivo de identificar a potencialidade, deficiência e desequilíbrio do solo ou nutricional dos vegetais ou animais e a formulação de uma recomendação técnica corretiva. Inclui as recomendações técnicas baseadas na análise de solo e nas condições de manejo e econômicas da área, cabe ao produtor rural, quando de acordo, a implantação das mesmas em sua propriedade.

Já os projetos são necessários, em função da complexidade do assunto ou da própria natureza do empreendimento, como é o caso da recuperação de áreas degradadas.

*SOCIEDADE ESPIRITOSSANTENSE DE ENGENHEIROS AGRÔNOMOS/AEFES/CREA-ES (Vitória-ES). Tabela de Serviços e Honorários Profissionais no Campo da Engenharia Agronômica para o Estado do Espírito Santo. Vitória, ES 2012, 56p.*

Art. 16 **25**. Toda aplicação **uso benéfico** de lodo de esgoto **sanitário** e produtos derivados em solos agrícolas deve ser obrigatoriamente condicionada à elaboração de **um recomendação técnica ou de projeto agronômico** para as áreas de aplicação, ~~conforme roteiro constante do Anexo VIII desta Resolução~~, firmado por profissional devidamente habilitado, que atenda aos critérios e procedimentos ora estabelecidos **e que contenha práticas de conservação de solo e da água**.

§ 1º. A recomendação técnica ou projeto deverá ser específico para cada área onde o lodo de esgoto sanitário será aplicado, contendo informações sobre:

- a) a origem e características do lodo de esgoto sanitário;
- b) a identificação, localização e características da área de aplicação;
- c) a que uso o material será destinado;

- d) a dose e forma de aplicação
- e) práticas de proteção e conservação do solo e da água a serem adotadas;
- f) as exigências legais, incluindo as restrições os cuidados no uso e manuseio do lodo;
- g) identificação e assinatura do responsável técnico pela recomendação técnica ou projeto e do produtor e/ou proprietário da área.

§ 2º. O órgão ambiental competente estabelecerá, em regulamento próprio, as diretrizes onde o uso do lodo de esgoto em solos ficará vinculado à elaboração de recomendação técnica ou de projeto de aplicação, com base no tipo de uso benéfico e na massa de lodo a ser aplicado por hectare de área.

**J108:** Ver **J107**. É necessário estabelecer um conteúdo mínimo a ser apresentado nas recomendações ou projetos técnicos de uso benéfico de lodo em solos. Ver **J63**:

~~Art. 16. Parágrafo único. 26. A UGL deverá encaminhar ao proprietário e ao arrendatário ou administrador da área, declaração baseada no modelo constante do Anexo VI desta Resolução, contendo informações sobre as características do lodo de esgoto ou produto derivado, em especial quanto ao tratamento adotado para redução de patógenos e vetores, e orientações quanto à aplicação, baseadas no projeto agrônomo, para aprovação e consentimento dos mesmos.~~ ao responsável pela elaboração da recomendação técnica ou do projeto, documento devidamente assinado pelo responsável técnico da UGL contendo informações sobre:

- a) a origem e características do lodo de esgoto, fornecendo os dados de caracterização agrônoma, microbiológica e de poluentes químicos, de acordo com o definido na presente Resolução;
- b) o processo adotado para redução de patógenos e de vetores, e
- c) orientações quanto as restrições legais para o uso do lodo de esgoto sanitário em solos.

**J109:** O profissional técnico responsável necessita ter acesso a esses documentos/informações para elaborar o projeto ou recomendação técnica, de acordo com o estabelecido pela presente proposta.

## Seção VII

### Da Determinação da Dose e Taxa de Aplicação de Lodo de Esgoto Sanitário em Solos

**J110:** Em função das diferenças entre os dois conceitos, é necessário o uso dos termos dose e taxa no título da seção.

Art. 127º. A determinação da dose de aplicação do lodo de esgoto sanitário, em toneladas de sólidos totais por hectare ( $t\ ha^{-1}$  de ST), para uso benéfico, em solos, com exceção da aplicação em áreas degradadas (Art. 28º), ~~Deverá ser realizada adotado, para a taxa de aplicação máxima em base seca,~~ adotando-se o menor valor calculado, de acordo com os seguintes critérios:

I – a aplicação máxima anual de lodo de esgoto e produtos derivados em toneladas por hectare para lodo de esgoto Classe 1 e Classe 2, a dose de aplicação não deverá exceder o quociente entre a quantidade de nitrogênio recomendada para a cultura (~~em kg/ha~~) ( $N_{rec}$ , em  $kg\ ha^{-1}$ ), segundo a recomendação agrônômica oficial do Estado, e o teor de nitrogênio disponível ( $N_{disp}$ , em  $kg\ t^{-1}$ ) no lodo de esgoto sanitário: ~~ou produto derivado ( $N_{disp}$  em kg/t), calculado de acordo com o Anexo III desta Resolução;~~

Taxa de aplicação ( $t/ha$ ) =  $N_{recomendado}$  ( $kg/ha$ ) /  $N_{disp}$  ( $kg/t$ )

$$\text{Dose de aplicação (t ha}^{-1}\text{ de ST)} = N_{rec} \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} / N_{disp} \text{ (kg t}^{-1}\text{)}$$

Em que:

$N_{disp} = (FM/100) \times (NKj - NH_3) + 0,5 \times [(NNH_3) + (NO_3 + NO_2)]$  ou

$N_{disp} = (FM/100) \times \{Nt - (NH_3 + NO_3 + NO_2)\} + 0,5 \times [(NH_3) + (NO_3 + NO_2)]$

$N_{disp}$ : nitrogênio disponível no lodo de esgoto ( $kg\ t^{-1}$ )

FM: fração de mineralização do nitrogênio (%), segundo a recomendação de pesquisas realizadas no Estado

NKj: Nitrogênio Kjeldahl ( $g\ kg^{-1}$ );

$NH_3$ : Nitrogênio amoniacal ( $g\ kg^{-1}$ )

$NO_3 + NO_2$ : Nitrogênio Nitrato e Nitrito ( $g\ kg^{-1}$ ) e

Nt: Nitrogênio total ( $g\ kg^{-1}$ ).

**J111:** Os fatores de mineralização (FM) dependem das características específicas do lodo a ser aplicado e das condições edafoclimáticas da região onde são aplicados. Portanto, são diferenciados para cada região brasileira.

II - o cálculo da taxa de aplicação máxima anual deverá levar em conta os resultados dos ensaios de elevação de pH provocado pelo lodo de esgoto ou produto derivado constantes do Anexo II desta Resolução, no solo predominante na região de modo a garantir que o pH final da mistura solo-lodo de esgoto ou produto derivado não ultrapasse o limite de 7,0; e para lodo de esgoto

Classe 1 e Classe 2 tratado por processo alcalino, a dose de aplicação não deverá exceder o quociente entre a necessidade de correção de acidez de solo da área na qual o lodo será aplicado e o poder relativo de neutralização total ou poder de neutralização do lodo de esgoto:

$$\text{Dose de aplicação (t ha}^{-1}\text{ de ST)} = [(\text{NC} \times 100)] / \text{PN ou PRNT}$$

Em que:

NC: necessidade de correção de acidez de solo, calculada segundo a recomendação agronômica oficial do Estado

PN: poder de neutralização do lodo de esgoto

PRNT: Poder relativo de neutralização total do lodo de esgoto

**J112:** Em relação a correção de acidez de solo, o texto deve ser específico para lodos que passaram por processo de alcalinização. É elevado o tempo para execução do ensaio de incubação e pesquisas demonstram que os métodos do V% e SMP são seguros para recomendação de lodos higienizados com cal. Por isso, é recomendável adotar os métodos usualmente empregados no Brasil, que são de rápida realização, como os métodos do V% e do pH referência (SMP) para pH<sub>H2O</sub> 5,5, de neutralização do Al e suprimento de Ca+Mg, para recomendação agronômica de lodos alcalinos.

~~III – observância dos limites de carga total acumulada teórica no solo quanto à aplicação de substâncias inorgânicas, considerando a Tabela 4, a seguir:~~

~~**Tabela 4.** Cargas acumuladas teóricas permitidas de substâncias inorgânicas pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado em solos agrícolas.~~

Substâncias inorgânicas	Carga acumulada teórica permitida de substâncias inorgânicas pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (kg/ha)
Arsênio	30
Bário	265
Cádmio	4
Chumbo	41
Cobre	137
Cromo	154
Mercúrio	1,2
Molibdênio	13
Níquel	74
Selênio	13
Zinco	445

~~III – para lodo de esgoto Classe 2 a soma das doses de aplicação realizadas no período de um ano, não deverá exceder os limites de taxa anual de poluentes contidos na Tabela 3 e calculados utilizando a seguinte fórmula:~~

$$\text{Dose de aplicação (t ha}^{-1}\text{ de ST)} = (\text{Q/T}) \times 1000$$

Em que:

Q: taxa anual de poluentes (kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>)

T: teor de metal no lodo de esgoto (mg kg<sup>-1</sup>)

**J113: Ver Art. 9º.**

Art. 28. A determinação da dose de aplicação do lodo de esgoto sanitário, em toneladas de sólidos totais por hectare (t ha<sup>-1</sup> de ST), como condicionador de solos em áreas degradadas, deverá ser realizada adotando-se o menor valor calculado, de acordo com os seguintes critérios:

I – para lodo de esgoto Classe 1 e Classe 2, a dose de aplicação não deverá exceder o quociente entre a dose a ser incorporada de matéria orgânica (em kg ha<sup>-1</sup> de MO) a ser incorporada ao solo (MO<sub>inc</sub>), via aplicação do lodo de esgoto sanitário e o teor de matéria orgânica no lodo (MO<sub>lodo</sub>, em kg t<sup>-1</sup>):

$$\text{Dose de aplicação (t ha}^{-1}\text{ de ST)} = \text{MO}_{\text{inc}} / \text{MO}_{\text{lodo}}$$

Em que:

MO<sub>inc</sub> - (MO<sub>f</sub> - MO<sub>i</sub>) x V<sub>s</sub> x d<sub>s</sub>

MO<sub>i</sub> - teor de matéria orgânica no solo (dag kg<sup>-1</sup>);

MO<sub>f</sub> - teor de matéria orgânica final ou desejada para o solo (dag kg<sup>-1</sup>). Esse valor deve ser limitado a 3% de MO no volume de solo da camada arável;

V<sub>s</sub> - volume de solo em 1 hectare, considerando a profundidade de incorporação do lodo de esgoto ou da camada arável (m<sup>3</sup>);

d<sub>s</sub> - densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>).

II – para lodo de esgoto Classe 1 e Classe 2 tratado por processo alcalino, a dose de lodo de esgoto sanitário deverá obedecer ao estabelecido no Art. 27º item II.

III – para lodo de esgoto Classe 2, a dose de aplicação não deverá exceder os limites de dose acumulada de poluentes, apresentada na Tabela 3 e calculados utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Dose de aplicação (t ha}^{-1}\text{ de ST)} = (M/T) \times 1000$$

Em que:

M - dose acumulada de poluente – Tabela 3 (kg ha<sup>-1</sup>)

T - teor de metal no lodo de esgoto sanitário (mg kg<sup>-1</sup>)

**J114: No caso da recuperação de áreas degradadas, a limitação por N não se aplica e a dose de aplicação deve ser com base na adição de matéria orgânica ao solo. Ver J111 a J113.**

Art. 29. No cálculo da taxa ou dose de aplicação, o responsável técnico também deve levar em conta as demais necessidades nutricionais dos cultivos em relação ao fornecimento de nutriente

pele lodo de esgoto e a quantidade disponível no solo, de modo a evitar contaminações ambientais.

**J115:** Segundo a NRMCC (2004), na Austrália, na maioria dos casos, o fator limitante que determina as taxas máximas de biossólidos por unidade de área serão os nutrientes, embora os químicos contaminantes também possam ser um fator limitante. Para os biossólidos frescos, o nitrogênio será geralmente o nutriente limitante, mas os biossólidos envelhecidos são mais propensos a serem limitados pelo fósforo.

*Natural Resource Management Ministerial Council (NRMCC). Commonwealth of Australia, 2004.*

Os biossólidos podem conter concentrações significativas de fósforo e nitrogênio. Embora estes nutrientes estejam geralmente menos disponíveis em biossólidos em comparação com fertilizantes inorgânicos, se aplicados a terras em quantidades que excedam a demanda agrônômica, podem resultar em poluição de águas superficiais e / ou subterrâneas. Para minimizar esse risco, as taxas de aplicação de biossólidos devem ser limitadas aos requisitos anuais de nutrientes da cultura (taxa agrônômica). Para lodo fresco, o nitrogênio é tipicamente o nutriente limitante, enquanto que para lodo envelhecido, o potássio e o fósforo geralmente se tornam mais importantes.

*Guidelines for environmental management biosolids land application, EPA Victoria, april, 2004.*

A disponibilidade para plantas do teor de fósforo proveniente de esgoto, no ano da aplicação, é de cerca de 50% e é independente de qualquer processo de tratamento ao qual o lodo tenha sido submetido (Department of the Environment, Code of practice for agriculture use of sewage sludge, United Kingdom).

~~Art. 18. Para o manuseio e a aplicação do lodo de esgoto e seus produtos derivados, a UGL deverá informar ao proprietário, arrendatário, operadores e transportadores as seguintes exigências:~~

- ~~I—restrições de uso da área e do lodo de esgoto ou produto derivado;~~
- ~~II—limites da área de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado estabelecidos no projeto agrônômico;~~
- ~~III—técnicas e práticas adequadas de conservação de solo e água;~~
- ~~IV—não aplicar lodo de esgoto ou produto derivado em condições de chuvas;~~
- ~~V—evitar a aplicação manual de lodo de esgoto ou produto derivado classe A;~~
- ~~VI—para o lodo de esgoto ou produto derivado classe B fazer obrigatoriamente a aplicação mecanizada, em sulcos ou covas, com incorporação do lodo de esgoto ou produto derivado logo após a aplicação;~~

~~VII — orientar os operadores quanto aos procedimentos de higiene e segurança e ao uso de equipamentos de proteção individual conforme legislação trabalhista;~~

~~VIII — usar equipamento adequado e regulado de forma a garantir a taxa de aplicação prevista no projeto;~~

~~IX — evitar a realização de cultivo ou outro trabalho manual na área que recebeu o lodo de esgoto ou produto derivado, por um período de 30 dias após a aplicação;~~

~~X — em caso de colheita manual, a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado classe B deverá ser feita no mínimo 6 meses antes da colheita;~~

~~XI — para o lodo de esgoto ou produto derivado classe B, tomar medidas adequadas para restringir o acesso do público às áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado, durante um período de 12 meses após a última aplicação. Estas medidas devem, necessariamente, incluir a colocação de sinalização indicando as atividades que estão sendo realizadas em cada local; e~~

~~XII — o proprietário ou arrendatário deve notificar quaisquer situações de desconformidade com a execução do projeto agrônômico à UGL que deverá informar imediatamente aos órgãos competentes~~

**J116:** Esse artigo trata da aplicação, portanto sua abordagem não deve ser realizada na seção sobre cálculo de dose ou taxa de aplicação. O tema é abordado na Seção VIII Art. 32°.

## Seção VIII

### Do Carregamento, Transporte e Estocagem **Aplicação**

**J117:** Deve ser evitada a estocagem fora da área da UGL, de modo a evitar riscos de contaminações ambientais. Dessa forma, é mais adequado estipular um prazo para aplicação do material, o qual deve ser suficiente para os casos onde maiores quantidades de lodo são transportadas e aplicadas em uma área.

Art. 1930. A UGL é responsável pelo **O** procedimento de carregamento e transporte do lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~ **sanitário**, devendo **rá** respeitar o disposto no Anexo ~~VII~~ desta Resolução.

**J118:** Alteração necessária devido à alteração da numeração do anexo.

Art. 2031. A ~~estocagem do lodo de esgoto ou produto derivado na propriedade deve se restringir a um período máximo de 15 dias, devendo atender aos seguintes critérios:~~ O período de aplicação e, quando houver, de incorporação no solo não deverá ultrapassar 60 dias, após o descarregamento do lodo de esgoto sanitário na área, podendo este período ser prorrogado, desde que devidamente justificado com autorização do órgão ambiental competente. O local de descarregamento do lodo deve atender aos seguintes critérios:

I - a declividade da área ~~de estocagem~~ não pode ser superior a 5%; e

II - a distância mínima do local ~~de estocagem~~ a rios, poços, minas e cursos d'água, canais, lagos e residências deverá respeitar o disposto ~~no art. 15~~ na Seção V desta Resolução.

**J119:** O período de 15 dias não é suficiente para efetivamente transportar e aplicar lotes de lodo de grandes UGLs em áreas agrícolas muito distantes. Além disso, vários fatores contribuem para atrasar o processo, tais como chuvas, dificuldade de acesso às áreas agrícolas, quebra de caminhão, quebra de equipamentos de espalhamento, etc..

Parágrafo único. ~~É proibida a estocagem diretamente sobre o solo~~ O descarregamento de lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~ contendo líquidos livres, para posterior aplicação em solo, deverá ser feito sobre bacias contidas e compactadas para reduzir o risco de infiltração pontual, cuja identificação deverá ser feita pela norma ~~específica brasileira~~ vigente.

**J120:** Alteração para dar maior clareza ao texto.

Art. 1832. Para o manuseio e a aplicação do lodo de esgoto sanitário e seus produtos derivados, a UGL ~~ou o profissional responsável pela recomendação técnica ou pelo projeto de aplicação,~~ deverá informar ao proprietário, arrendatário, operadores e transportadores as seguintes exigências:

I - restrições de uso da área e do lodo de esgoto sanitário ~~ou produto derivado~~;

II - limites da área de aplicação de lodo de esgoto sanitário ~~ou produto derivado~~ estabelecidos ~~na recomendação técnica ou no projeto agrônomico~~;

III - técnicas e práticas adequadas de conservação de solo e água;

IV - não aplicar lodo de esgoto ~~ou produto derivado em condições~~ sanitário durante períodos de ocorrência de chuvas;

V - ~~evitar a~~ não realizar a aplicação manual de lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~ classe A B na forma manual;

**J121:** Estudos de avaliação de risco realizados por Bastos et al (2009) e Magalhães (2012) confirmaram que o cenário de aplicação manual sem qualquer medida de proteção ao

trabalhador, mesmo de biossólidos Classe A, pode de fato impor riscos elevados, confirmando, portanto, que isso deve ser adequadamente abordado na regulamentação.

~~VI - para a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado classe B fazer~~ deverá ser feita, obrigatoriamente a aplicação mecanizada, sem contato humano direto, em sulcos ou covas, com uso de tratores ou outros implementos agrícolas, com sua incorporação de lodo de esgoto ou produto derivado logo após a aplicação; sua disposição sobre o solo;

~~VII - orientar~~ transportadores e os operadores quanto aos procedimentos de higiene e segurança e ao uso de equipamentos de proteção individual, conforme legislação trabalhista vigente;

**J122:** Alteração para dar maior clareza ao texto. Segundo Bastos et al. (2009), os riscos mais evidentes se referem a riscos ocupacionais na aplicação de lodo classe B (risco do trabalhador, principalmente decorrentes da ingestão de biossólidos em situação de exposição intensa: aplicação manual e sem uso de EPIs). Já no caso de lodo Classe A, a proteção se daria pelo próprio controle previsto - monitoramento dos parâmetros de controle operacional dos processos de tratamento do lodo - ou alternativamente pela demonstração de qualidade do lodo com  $< 1$  ovo de helminto.

~~VIII - usar equipamento adequado e regulado de forma a garantir a taxa de aplicação prevista no projeto;~~

**J123:** Esse item trata de um procedimento operacional, não deve estar contido em uma resolução que apresenta diretrizes.

~~IX - evitar a realização de cultivo ou outro trabalho manual na área que recebeu o lodo de esgoto ou produto derivado, por um período de 30 dias após a aplicação;~~

~~X - em caso de colheita manual, a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado classe B deverá ser feita no mínimo 6 meses antes da colheita;~~

~~XI - para o lodo de esgoto ou produto derivado classe B, tomar medidas adequadas para restringir o acesso do público às áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado, durante um período de 12 meses após a última aplicação. Estas medidas devem, necessariamente, incluir a colocação de sinalização indicando as atividades que estão sendo realizadas em cada local; e~~

**J124:** Esses itens já foram abordados na seção IV, quando essa se refere a restrições de uso.

~~XII~~ **VIII** - o proprietário ou arrendatário deve notificar quaisquer situações de desconformidade com a execução do projeto agrônomico **na condução do processo**, à UGL ou ao profissional responsável pela recomendação técnica ou projeto, que deverá informar, imediatamente, aos órgãos competentes

**J125:** Alteração devido à necessidade de incluir todas as etapas do processo e não somente a aplicação do lodo na área.

### Seção IX

#### Do Monitoramento das Áreas de Aplicação do Lodo de Esgoto **Sanitário** ou Produto Derivado

Art. 21~~33~~. A UGL caracterizará o solo agrícola **que receberá o lodo de esgoto sanitário** deverá ser caracterizado pela UGL, antes da primeira sua aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado, observando o constante nos Anexos II e IV, quanto: **no que se refere a:**

I - aos parâmetros de fertilidade **do solo**;

**J126:** A análise de fertilidade de solo é necessária para realização do projeto agrônomico, portanto deve ser realizada antes de toda a aplicação.

II - teor de sódio trocável;

~~III - condutividade elétrica~~ e condutividade elétrica no extrato da pasta de saturação do solo em regiões que apresentem solos salinos, salino-sódicos e sódicos, de acordo com EMBRAPA (2006) e, para esses casos, o órgão ambiental estabelecerá um limite acima do qual não será permitida a aplicação do lodo de esgoto sanitário; e

**J127:** A presença de solos salinos, salino-sódicos e sódicos está limitada a algumas regiões brasileiras. Segundo Ribeiro, Freire e Montenegro (2003) os solos salinos, salino-sódicos e sódicos ocupam cerca de 160.000 km<sup>2</sup> ou 2% do território brasileiro. Os solos salinos e sódicos ocorrem no Rio Grande do Sul, no Pantanal Mato-Grossense e, predominantemente, na região semiárida do Nordeste. Pereira (1983) estimou uma área de 91.110 km<sup>2</sup> de solos afetados por sais no nordeste brasileiro. Considera-se também que para o caso de se exigir a determinação de sódio trocável e condutividade elétrica de solo em regiões de solos salinos deveria ser estabelecido um limite acima do qual não seria permitida a aplicação do lodo de esgoto.

~~IV-III - substâncias inorgânicas~~ **elementos químicos tóxicos, a cada aplicação, sempre que estes forem considerados poluentes limitantes da taxa de aplicação do lodo sanitário no solo.**

~~§ 1º A utilização da área proposta para aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado dependerá da avaliação da qualidade do solo, realizada mediante a comparação dos resultados analíticos com valores orientadores de qualidade de solo, a critério do órgão ambiental competente.~~ **As coletas de amostras e as análises das amostras de solo devem ser realizadas de acordo com as normas específicas, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.**

**J128: Não está claro o objetivo do monitoramento inicial de substâncias inorgânicas no solo, uma vez que não são estabelecidos limites no solo que irá receber lodo. A maioria dos estados brasileiros não possuem valores orientadores de qualidade de solo. Considera-se que a aplicação de lotes que atendem aos limites de substâncias inorgânicas está garantindo a não contaminação quanto a esses parâmetros, uma vez que não se exige a análise de metais no solo no caso de aplicação de outras formas de fertilizantes agrícolas.**

~~§ 2º Para substâncias orgânicas, as concentrações permitidas no solo são as constantes na Tabela 2 do Anexo V desta Resolução.~~

**J129: Ver J86.**

~~§ 3º O monitoramento dos parâmetros de fertilidade do solo deve ser realizado, no mínimo a cada 3 anos, quando houver aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado na área em questão.~~

~~§ 4º O monitoramento dos parâmetros de fertilidade do solo deverá ser realizado antes de cada aplicação, no caso de lodo de esgoto ou produto derivado com estabilização alcalina.~~

**J130: Não é necessário fazer análise de fertilidade de solo a cada 3 anos e sim antes de cada aplicação, como estabelece a técnica agrônômica, independente do processo de higienização do lodo.**

~~§ 5º O monitoramento de substâncias inorgânicas no solo deverá ser realizado nos seguintes casos:~~

~~I — a cada aplicação, sempre que estas substâncias inorgânicas forem consideradas poluentes limitantes da taxa de aplicação;~~

**J131: Em relação ao monitoramento inicial de substâncias inorgânicas em solo, seria mais adequado manter somente o texto deste parágrafo, o qual estabelece que o monitoramento de substâncias inorgânicas no solo deverá ser realizado a cada aplicação, sempre que estas substâncias forem consideradas poluentes limitantes da taxa de aplicação. Este texto deveria estar no item III do Art. 33.**

~~II – quando a carga acumulada teórica adicionada para qualquer uma das substâncias inorgânicas monitoradas alcançar 80% da carga acumulada teórica permitida estabelecida na Tabela 4, do art. 17 desta Resolução, para verificar se as aplicações subseqüentes são apropriadas; e~~

**J132:** Não está claro no texto qual é o momento da realização do monitoramento.

~~III – a cada 5 aplicações, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade do solo.~~

**J133:** Nos casos em que o lodo apresente baixas concentrações de substâncias inorgânicas e o solo originalmente não apresente excesso de substâncias inorgânicas, a quantidade de 5 aplicações pode não resultar em um impacto negativo ao solo e ao cultivo agrícola.

~~§ 6º O monitoramento de substâncias orgânicas no solo deverá ser realizado sempre que estas substâncias forem detectadas na caracterização do lote de lodo de esgoto ou produto derivado, devendo ser observadas as concentrações constantes da Tabela 2, do Anexo V, e os Anexos II e IV desta Resolução, sendo que a frequência deste monitoramento deve ser estabelecida pelo órgão ambiental competente.~~

**J134:** Ver **J86**. Além disso, a Tabela 2 do Anexo V da Resolução Conama 375/06 determina valores de concentrações permitidos em solos agrícolas para os compostos orgânicos, os quais são iguais aos valores orientadores de prevenção para solo, estabelecidos pela CETESB (2005), não sendo determinadas as concentrações limites no solo para os POPs (BRASIL, 2006). Considera-se que, o monitoramento de substâncias orgânicas no lodo de esgoto deveria ser mais bem pesquisado, e dessa forma, o monitoramento destas substâncias no solo agrícola deveriam ser revistas. A Resolução Conama 460/13 (BRASIL, 2013) que altera a Resolução 420/09 estabelece um prazo até dezembro de 2014, para que os órgãos ambientais dos estados e do Distrito Federal estabeleçam VRQs para substâncias químicas naturalmente presentes no solo. O estado de São Paulo já determinou os VRQs (CETESB, 2014) e estados como Minas Gerais, Espírito Santo (MELLO; ABRAHÃO, 2013), Pará, Rondônia e Mato Grosso (ALLEONI; FERNANDES; SANTOS, 2013) e Paraná (MELO; SOUZA; BUSCHLE, 2013) estão em diferentes etapas de estudo para definição dos VRQs.

~~§ 7º 2º. A critério do O órgão ambiental competente, podem ser requeridos~~  
**estabelecerá, em regulamento próprio, as diretrizes para** monitoramentos adicionais, incluindo-se o monitoramento das águas subterrâneas ou de cursos d'água superficiais, **com base no tipo de uso benéfico e na massa de lodo aplicado por hectare de área.**

**J135:** Pela grande extensão de determinadas áreas ou pela quantidade de lodo aplicada por hectare, o órgão ambiental pode solicitar elementos adicionais de controle, que permitam avaliar possíveis impactos, quando se tem a elevada utilização do lodo. Pequenos sítios de aplicação tem baixo potencial de afetar lençol e outros recursos pela própria escala e diluição de qualquer coisa que fuja do controle, contudo uma área grande pode, caso haja algum acidente, como escoamento de águas pluviais decorrentes de chuvas intensas acima da média histórica, provocar contaminação efetiva, por exemplo.

Art. ~~22~~<sup>34</sup>. A aplicação de lodo de esgoto ~~ou produto derivado na agricultura~~ sanitário em solos deve ser interrompida nos locais em que forem verificados danos ambientais ou à saúde pública.

**J136:** Adequação do texto

## Seção X

### Das Responsabilidades

Art. ~~23~~<sup>35</sup>. São de responsabilidade do gerador e da UGL o gerenciamento e o monitoramento do uso agrícola uso benéfico em solos do lodo de esgoto sanitário ~~ou produto derivado~~.

§ 1º Os resultados dos monitoramentos previstos nesta Resolução poderão a qualquer momento, ser auditados pelo órgão ambiental.

**J137:** A questão de fiscalização pelo órgão ambiental é tratada no Art. 15º. Adequação do texto, devido ao novo contexto da Resolução.

§ 1º. A garantia de qualidade do produto até a entrega ao consumidor final, e dentro do prazo de uso ou validade;

§ 2º Orientar o consumidor final quanto a utilizar o produto a partir de recomendação técnica ou projeto, em consonância com os critérios de manuseio, estocagem, aplicação e prazo de garantia.

**J138:** A entrega ao consumidor final, mesmo que pela venda, mas diretamente, esse consumidor passa a partir de tomada a posse a ser o responsável pelo produto. Isso não furta o produtor, a UGL, gerador ou estabelecimento de ser acionado caso ele tenha entregue um produto de má qualidade, e estará sujeito a todas as leis que se relacionem, seja o código do consumidor, civil, e até penal por crime ambiental. Ou seja, não tem a ver se é CONAMA ou MAPA, as responsabilidades são iguais para todos os casos.

§ 2º **Art. 36.** Quando comprovado o uso do lodo de esgoto ~~ou produto~~ **sanitário** com negligência, imprudência, ~~imperícia~~, má-fé ou inobservância dos critérios e procedimentos previstos nesta Resolução, a responsabilidade será de seu autor.

**J139: É mais adequado que o texto esteja em um artigo e não em um parágrafo.**

~~Art. 24. São considerados responsáveis solidários pela qualidade do solo e das águas em áreas onde será aplicado o lodo de esgoto ou produto derivado:~~

~~I— o gerador do lodo de esgoto ou produto derivado;~~

~~II— a UGL que encaminhar o lodo de esgoto ou produto derivado para aplicação no solo;~~

~~III— o proprietário da área de aplicação;~~

~~IV— o detentor da posse efetiva;~~

~~V— o técnico responsável;~~

~~VI— o transportador; e~~

~~VII— quem se beneficiar diretamente da aplicação.~~

**J140: Este artigo está redundante com outras leis, uma vez que esse tipo de responsabilidade é prevista em diversas leis e artigos específicos.**

~~Art. 25~~**37.** O produtor, o manipulador, o transportador e o responsável técnico pelas áreas ~~heeneiadas~~, que irão receber aplicação de lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~ **sanitário**, deverão informar, imediatamente, ao órgão ambiental competente qualquer acidente ou fato potencialmente gerador de um acidente ocorrido nos processos de produção, manipulação, transporte e aplicação de lodo de esgoto ~~ou produto derivado~~ **sanitário**, que importem em **seu** despejo acidental ~~de lodo de esgoto ou produto derivado~~ no meio ambiente.

**J141: Adequação do texto**

## Capítulo XI

### Das Disposições Finais

~~Art. 26~~**38.** Para fins de fiscalização, a UGL deverá manter, em arquivo, todos os documentos referidos nesta Resolução, em especial **as recomendações técnicas ou os projetos agronômicos**, relatórios e resultados de análises e monitoramento, por um prazo mínimo de dez anos.

Parágrafo único. Em caso de falência, dissolução ou liquidação da UGL, os documentos devem ser entregues ao órgão ambiental para serem apensados ao processo de licenciamento.

**J142: Adequação do texto**

Art. 2739. ~~As informações previstas nesta Resolução integrarão~~ **O órgão ambiental competente, a seu critério, organizará e manterá** um banco de dados, ~~organizado e mantido pelo órgão ambiental licenciador, que deverá~~ **e poderá** garantir a ampla divulgação e utilização de seus dados.

~~§ 1º A UGL deverá encaminhar ao órgão ambiental licenciador os resultados dos monitoramentos de solo e lodo de esgoto.~~

**J143: Ações previstas neste artigo e parágrafo não foram cumpridas por órgãos ambientais integrantes do SISNAMA**

~~§ 2º A UGL deverá informar, anualmente, ao órgão ambiental licenciador as propriedades que receberam o lodo de esgoto, produtos derivados e respectivas quantidades, que deverá torná-los públicos, preferencialmente por meio eletrônico.~~

**J144: Relatório de rastreabilidade tratado no parágrafo 4 do artigo 6º.**

~~§ 3º Os órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente SISNAMA estabelecerão, no prazo de noventa dias, a contar da data de publicação desta Resolução, instrução normativa no âmbito de sua competência, contemplando as informações que deverão ser encaminhadas pela UGL.~~

**J145: Ações previstas neste artigo não foram cumpridas pelos órgãos ambientais integrantes do SISNAMA**

Art. 2840. Os critérios técnicos adotados nesta Resolução poderão ser reformulados e/ou complementados a qualquer tempo de acordo com o desenvolvimento científico e tecnológico e a necessidade de preservação ambiental, **de saúde pública e de manejo sustentável do solo**, ~~devendo ser revisada obrigatoriamente no sétimo ano de sua publicação.~~

**J146: Adequação do texto**

Art. 29. ~~O Ministério do Meio Ambiente coordenará grupo de monitoramento permanente para o acompanhamento desta Resolução, que deverá se reunir ao menos anualmente, contando com a participação de um representante e respectivo suplente dos órgãos de:~~

- ~~I—saúde;~~
- ~~II—agricultura;~~
- ~~III—meio ambiente;~~
- ~~IV—planejamento territorial das diferentes esferas de governo;~~
- ~~V—de instituições de pesquisa e de ensino;~~
- ~~VI—dos geradores de lodo de esgoto ou produto derivado;~~
- ~~VII—das UGLs;~~
- ~~VIII—das entidades representativas dos órgãos estaduais de meio ambiente;~~
- ~~IX—dos órgãos municipais de meio ambiente; e~~
- ~~X—das organizações não governamentais de meio ambiente.~~

~~Parágrafo único. O grupo de monitoramento de que trata o caput deste artigo deverá produzir e apresentar anualmente ao CONAMA relatório contendo recomendações que visem ao aperfeiçoamento desta Resolução.~~

**J147: Ações previstas neste artigo não foram cumpridas pelo MMA.**

Art. 3041. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às penalidades e sanções, respectivamente, previstas na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e no Decreto no 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Art. 3142. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**ANEXO I**  
**PROCESSOS PARA REDUÇÃO DE AGENTES PATOGÊNICOS E ATRATIVIDADE DE VETORES**

**J148: Temas tratados neste anexo foram abordados na Seção II.**

A descrição dos processos de redução significativa de patógenos, redução adicional de patógenos e atratividade de vetores apresentados a seguir, foram baseados no estabelecido pela U.S.EPA, conforme 40 CFR Part 503—Appendix B, Federal Register, de 19 de fevereiro de 1993. As listas abaixo relacionam os processos aceitos para redução significativa de patógenos (necessários para a obtenção de lodos de esgoto ou produto derivado tipo B), redução adicional de patógenos (necessários para a obtenção de lodos de esgoto ou produto derivado tipo A) e redução da atratividade de vetores. Outros processos poderão ser propostos, desde que haja comprovação de sua eficiência e seja aceito pelo órgão ambiental.

**1. Processos de Redução Significativa de Patógenos**

- a) digestão aeróbia— a ar ou oxigênio, com retenções mínimas de 40 dias a 20°C ou por 60 dias a 15°C;
- b) secagem em leitos de areia ou em bacias, pavimentadas ou não, durante um período mínimo de 3 meses;
- c) digestão anaeróbia por um período mínimo de 15 dias a 35-55°C ou de 60 dias a 20°C;
- d) compostagem por qualquer um dos métodos citados anteriormente, desde que a biomassa atinja uma temperatura mínima de 40°C, durante pelo menos cinco dias, com a ocorrência de um pico de 55°C, ao longo de quatro horas sucessivas durante este período; e
- e) estabilização com cal, mediante adição de quantidade suficiente para que o pH seja elevado até pelo menos 12, por um período mínimo de duas horas.

**2. Processos de Redução Adicional de Patógenos**

- a) compostagem confinada ou em leiras aeradas (3 dias a 55°C no mínimo) ou com revolvimento das leiras (15 dias a 55°C no mínimo, com revolvimento mecânico da leira durante pelo menos 5 dias ao longo dos 15 do processo);
- b) secagem térmica direta ou indireta para reduzir a umidade do lodo de esgoto ou produto derivado a 10% ou menos, devendo a temperatura das partículas de lodo de esgoto ou produto derivado superar 80°C ou a temperatura de bulbo úmido de gás, em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado no momento da descarga do secador, ser superior a 80°C;
- c) tratamento térmico pelo aquecimento do lodo de esgoto ou produto derivado líquido a 180°C, no mínimo, durante um período de 30 minutos;
- d) digestão aeróbia termofílica a ar ou oxigênio, com tempos de residência de 10 dias a temperaturas de 55 a 60°C;
- e) processos de irradiação com raios beta a dosagens mínimas de 1 megarad a 20°C, ou com raios gama na mesma intensidade e temperatura, a partir de isótopos de Cobalto 60 ou Césio 137 e
- f) processos de pasteurização, pela manutenção do lodo de esgoto ou produto derivado a uma temperatura mínima de 70°C, por um período de pelo menos 30 minutos.

**RESOLUÇÃO No. 380, DE 31 DE OUTUBRO DE 2006**

**3. Processos para Redução da Atratividade de Vetores**

Nesta lista está indicado, entre parênteses, o número do critério a ser observado para verificação da aceitabilidade do processo quanto à redução de atratividade de vetores.

- a) digestão anaeróbia do lodo de esgoto ou produto derivado (critério 1 ou 2);
- b) digestão aeróbia do lodo de esgoto ou produto derivado (critério 1 ou 3 ou 4 ou 5);
- c) compostagem (critério 5);
- d) estabilização química (critério 6);
- e) secagem (critério 7 ou 8);
- f) aplicação subsuperficial (critério 9) e
- g) incorporação no solo (critério 10).

Estes processos serão aceitos apenas se forem atendidos os critérios especificados abaixo.

Critérios para verificar se o processo de tratamento adotado para o lodo de esgoto ou produto derivado reduz o potencial de disseminação de doenças por meio de vetores (ex. moscas, roedores, mosquitos):

critério 1—relacionado à digestão aeróbia ou anaeróbia: a concentração de sólidos voláteis (SV) deve ser reduzida em 38% ou mais. A redução de SV é medida pela comparação de sua concentração no afluente, do processo de estabilização de lodo de esgoto ou produto derivado (digestão aeróbia ou anaeróbia), com a sua concentração no lodo de esgoto ou produto derivado pronto para uso ou disposição;

critério 2—relacionado à digestão anaeróbia: caso a redução de 38% de SV do lodo de esgoto ou produto derivado não seja atingida, após o mesmo ser submetido a um processo de digestão anaeróbia, o processo adotado será aceito apenas se em escala de laboratório a mesma amostra de lodo de esgoto ou produto derivado, após um período adicional de 40 dias de digestão, com temperatura variando entre 30 e 37 °C, apresentar uma redução de SV menor que 17%;

critério 3—relacionado à digestão aeróbia: caso a redução de 38% de SV do lodo de esgoto ou produto derivado não seja atingida, após o mesmo ser submetido a um processo de digestão aeróbia, e o lodo de esgoto ou produto derivado possuir uma concentração de matéria seca (M.S.) inferior a 2%, o processo adotado será aceito apenas se em escala de laboratório a mesma amostra de lodo de esgoto ou produto derivado, após um período adicional de 30 dias de digestão, com temperatura mínima de 20 °C, apresentar uma redução de SV menor que 15%;

critério 4—relacionado à digestão aeróbia: após o período de digestão, a taxa específica de consumo de oxigênio (SOUR—Specific Oxygen Uptake Rate) deve ser menor ou igual a 1,5 mg O<sub>2</sub>/(hora x grama de sólidos totais (ST)) a 20 °C;

critério 5—relacionado à compostagem ou outro processo aeróbio: durante o processo, a temperatura deve ser mantida acima de 40° C por pelo menos 14 dias. A temperatura média durante este período deve ser maior que 45°C;

critério 6—relacionado à estabilização química: a uma temperatura de 25 °C, a quantidade de álcali misturada com o lodo de esgoto ou produto derivado, deve ser suficiente para que o pH seja elevado até pelo menos 12 por um período mínimo de 2 horas, permanecendo acima de 11,5 por mais 22 horas. Estes valores devem ser alcançados sem que seja feita uma aplicação adicional de álcali;

critério 7—relacionado à secagem com ventilação forçada ou térmica para lodos de esgoto ou produto derivado que não receberam adição de lodos primários brutos: após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 75% M.S., sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não é aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais;

critério 8—relacionado à secagem por aquecimento ou ao ar para lodos de esgoto ou produto derivado que receberam adição de lodos primários brutos: após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 90% M.S., sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não se aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais;

critério 9—relacionado à aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado no solo na forma líquida: a injeção do lodo de esgoto ou produto derivado líquido sob a superfície será aceita como um processo de redução de atração de vetores se: não for verificada a presença de quantidade significativa de lodo de esgoto ou produto derivado na superfície do solo após uma hora da aplicação. No caso de lodo de esgoto ou produto derivado classe A, a injeção do lodo de esgoto ou produto derivado deve ser feita num período máximo de até oito horas após a finalização do processo de redução de patógenos;

critério 10—relacionado à aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado no solo: nesta situação, o lodo de esgoto ou produto derivado deve ser incorporado no solo antes que transcorram seis horas após a aplicação na área. Se o lodo de esgoto ou produto derivado for classe A, deve ser aplicado e incorporado decorridas, no máximo, oito horas após sua descarga do processo de redução de patógenos.

**J149: Temas tratados na Resolução Conama n. 380, de 31 de outubro de 2006 foram abordados na Seção II.**

## ANEXO II

### CRITÉRIOS PARA AS ANÁLISES DE LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO E SOLO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

#### **J150: Ver J64.**

##### 1. Determinação de substâncias inorgânicas

As análises de substâncias inorgânicas a serem realizadas nas amostras de lodo de esgoto ou produto derivado e de solo devem permitir a determinação da totalidade da substância pesquisada que esteja presente na amostra bruta. Para a determinação dos elementos: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn nas amostras de lodo de esgoto ou produto derivado e de solo, deve se empregar os métodos 3050 e 3051, estabelecidos no U.S.EPA SW 846, versão “on line” <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm#table>>. Os resultados devem ser expressos em g ou mg do parâmetro por kg de lodo em base seca.

Para determinação das substâncias orgânicas no lodo de esgoto ou produto derivado e no solo, deverão ser adotados os métodos U.S.EPA SW 846, última edição ou outros métodos internacionalmente aceitos.

Referência:

U.S. EPA—United State Environment Protection Agency. SW 846. Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical Chemical Methods.

2. Determinação da fertilidade do solo — pH, matéria orgânica, P, Ca, K, Mg, Na, H+Al, S, CTC e V%  
As determinações de pH, matéria orgânica, P, Ca, K, Mg, Na, acidez potencial (H+Al), soma de bases (S), capacidade de troca catiônica (CTC) e porcentagem de saturação em bases (V%) nos solos deverão ser realizadas de acordo com procedimento estabelecido por:

Referências:

RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. In Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agronômico, 2001, p. 277-284.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1997, 212 p.

3. Determinação de pH, umidade, carbono orgânico, N total, N Kjeldahl, N amoniacal, N nitrato/nitrito, P total, K total, Ca total, Mg total, S total, Na total, e Sólidos voláteis e totais no lodo de esgoto ou produto derivado

As determinações de pH, umidade, carbono orgânico, N total, N Kjeldahl, N amoniacal, N nitrato/nitrito, P total, K total, Ca total, Mg total, S total, Na total, e Sólidos voláteis e totais no lodo de esgoto ou produto derivado deverão ser realizadas de acordo com os procedimentos adotados pela U.S. EPA SW 846 versão “on-line” (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/main.htm#table>). BIGHAM (1996) apresenta a metodologia a ser adotada para carbono orgânico (NELSON & SOMMERS, 1996), P total (KUO, 1996), N amoniacal (BREMNER, 1996), N total (BREMNER, 1996) e N nitrato/nitrito (MULVANEY, 1996). Para sólidos voláteis e N Kjeldahl adotar método estabelecido por APHA et alii (2005). Os resultados devem ser expressos em mg do parâmetro por kg de lodo de esgoto ou produto derivado em base seca.

Referências:

BIGHAM, J.M. Methods of Soils Analysis. Part 3. Chemical Methods. Madison, WI. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. Book Series no 5, 1996.

NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E., 1996. In: Bigham, J.M., p. 961-1010.

KUO, S., 1996. In: Bigham, J.M., p. 869-919.

BREMNER, J.M., 1996. In: Bigham, J.M., p. 1085-1121.

MULVANEY, R.L., 1996. In: Bigham, J.M., p. 1123-1200.

APHA—American Public Health Association; AWWA—American Water Works Association & WPCF—Water Pollution Control Federation, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>st</sup> ed. Washington, DC.

4. Determinação de condutividade elétrica em solo

As determinações da condutividade elétrica no solo deverão ser realizadas de acordo com o procedimento estabelecido por CAMARGO et alii (1986) ou RAIJ et al. (2001) em extrato na relação 1:1.

Referências:

RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. In Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agronômico, 2001, p. 277-284.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S., 1986. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos de Instituto Agronômico de Campinas. Boletim Técnico no 106, Campinas, Instituto Agronômico.

5. Determinação de indicadores microbiológicos e patógenos

Coliformes termotolerantes:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology—Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40 CFR Part 503. Appendix F: Sample Preparation for fecal coliform test and Salmonella sp Analysis, p. 137, EPA/625/R-92/013, 2003. [www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs](http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs)

CETESB. Coliformes fecais—Determinação em amostras de água pela técnica de tubos múltiplos com meio A1—Método de ensaio. Norma Técnica CETESB L5-406, 1992, 20 p.

Salmonella:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology—Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40 CFR Part 503. Appendix F: Sample Preparation for fecal coliform test and Salmonella sp Analysis, p. 137, EPA/625/R-92/013, 2003. [www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs](http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs)

Ovos viáveis de helmintos:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology—Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40 CFR Part 503. Appendix I—Test Method for Detecting, Enumerating, and Determining the Viability of Ascaris Ova in Sludge, p. 166, EPA/625/R-92/013, 2003. [www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs](http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs)

Vírus entéricos:

Os vírus entéricos a serem pesquisados preferencialmente serão: adenovírus e vírus do Gênero Enterovirus (Poliovírus, Echovírus, Coxsackievírus). Em situações especiais —endêmicas ou epidêmicas— (surto de diarreia, hepatite A e outras viroses de transmissão fecal-oral), deve-se pesquisar rotavírus, vírus da hepatite A e outros, definidos pelo órgão ambiental, ouvido os órgãos competentes.

Referências:

US Environmental Protection Agency. Environmental Regulations and Technology—Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge (Including Domestic Septage). Under 40

CFR Part 503. Appendix H—Method for the recovery and assay of total culturable viruses from sludge, p. 150, EPA/625/R-92/013, 2003. [www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs](http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/pubs)

CETESB. Método de concentração de lodo de esgoto para isolamento de enterovírus. Norma Técnica CETESB L5.506, 1988, 23p.

CETESB. Identificação de Enterovírus—Método de Ensaio. Norma Técnica CETESB L5.504, 1985, 22p.

Reação de amplificação em cadeia pela polimerase (PCR) para pesquisa de vírus DNA como adenovírus:

SANTOS, F.M.; VIEIRA, M. J.; MONEZI, T.A.; HÁRSI, C.M.; MEHNERT, D.U. Discrimination of adenovirus types circulating in urban sewage and surface polluted waters in São Paulo city, Brazil. *Water Science Technologie, Water Supply* vol. 4 (2): 79-85, 2004.

Reação de transcrição reversa seguida de amplificação em cadeia pela polimerase (RT-PCR) para pesquisa de vírus RNA como Gênero Enterovirus (Poliovírus, Echovírus, Coxsackievírus), Rotavírus, Hepatite A e outros:

ARRAJ, A., BOHATIER, J. LAVERAN, H. AND TRAORE, O. Comparison of bacteriophage and enteric virus removal in pilot scale activated sludge plants. *J. Applied Microbiol.* 98: 516-524, 2005.

FORMIGA CRUZ, M., HUNDESA, A., CLEMENTE CASARES, P., ALBINANA GIMENEZ, N., ALLARD, A., GIRONEZ, R. Nested multiplex PCR assay for detection of human enteric viruses in shellfish and sewage. *J. Virol. Method*, 125: 111-118, 2005.

Método de diluição end point com cálculo de título por método de Reed Muench e resultado expresso em DICT50 por 4 g:

HAWKE, A. General principles underlying laboratory diagnosis of viral infections. IN: E.H. Lennette; N.G. Schmidt (ED.)—*Diagnostic procedures for viral, rickettsial and chlamydial infections*. Washington, D.C., APHA, 1979. P. 3-48.

Resultado expresso em Unidades Formadoras de Focos (UFF) por 4 g:

BARARDI, CRM, EMSLIE, K, VESEY, G; WILLIAMS, K. Development of a rapid and sensitive quantitative assay for rotavirus based on flow cytometry. *J. Virol. Method.* 74: 31-38, 1998.

MEHNERT, D.U.; STEWIEN, K.E. Detection and distribution of rotaviruses in raw sewage and creeks in São Paulo, Brazil. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59: 140-3, 1993.

6. Determinação da elevação de pH provocada por lodos de esgoto ou produto derivado tratados com cal

A curva de elevação de pH será obtida por ensaio de incubação utilizando mistura solo-lodo de esgoto ou produto derivado conforme descrito a seguir:

a) Pesar 200 g do solo coletado no local onde se pretende fazer a aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado e adicionar o correspondente às seguintes doses de lodo de esgoto ou produto derivado, em toneladas/ha (base seca): 0, 10, 20, 40, 80.

b) Homogeneizar a mistura e colocar em recipientes de material inerte.

c) Adicionar água de modo a manter a umidade a 70% da capacidade máxima de retenção de água do solo, ao longo de todo o experimento.

d) Os recipientes devem ser mantidos cobertos de maneira a evitar ressecamento. O ensaio deve ser feito com três repetições.

e) mostrar o solo dos tratamentos com a mistura solo/lodo de esgoto ou produto derivado nos tempos 7, 14, 30, 45 e 60 dias e determinar o pH em CaCl<sub>2</sub>, conforme RAIJ et al. (2001) ou EMBRAPA (1997), até que apresente valor constante em 3 determinações consecutivas.

f) A curva de elevação de pH será obtida através de gráfico da variação do pH final da mistura solo-lodo de esgoto ou produto derivado em função da dose (dose de lodo de esgoto ou produto derivado na abscissa e pH na ordenada).

Referências:

RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. In Raij, B. van; Andrade, J.C.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001, p. 277-284.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1997, 212 p.

## ANEXO III

### CÁLCULO DO NITROGÊNIO DISPONÍVEL NO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

#### **J151: Tema tratado na Seção VII**

Para o cálculo do nitrogênio disponível (N<sub>disp</sub>) no lodo de esgoto ou produto derivado, deverão ser utilizadas as seguintes frações de mineralização (FM):

Lodo de esgoto não digerido

40%

Lodo de esgoto digerido aerobiamente

30%

Lodo de esgoto digerido anaerobiamente

20%

Lodo de esgoto compostado

10%

Referência:

NCDEHNR North Carolina Department of Environment, Health and Natural Resources — Division of Environmental Management, Land Application of Residual Solids, form LARS 06/94, North Carolina, 1994.

Caso seja de interesse da UGL, poderão ser utilizadas frações de mineralização determinadas por meio de ensaios que adotem metodologias aceitas pelo órgão ambiental competente. Para produtos derivados estes ensaios deverão ser realizados.

O teor de N disponível do lodo de esgoto ou produto derivado é calculado pelas expressões:

Fórmula para cálculo do N<sub>disp</sub> (mg/kg) para aplicação superficial

$$N_{disp} = (FM/100) \times (Kj-NH_3) + 0,5 \times (NNH_3) + (NNO_3 + NNO_2)$$

Fórmula para cálculo do N<sub>disp</sub> (mg/kg) para aplicação subsuperficial

$$N_{disp} = (FM/100) \times (NKj-NH_3) + (NNO_3 + NNO_2)$$

Dados necessários para o cálculo do N<sub>disp</sub>:

fração de mineralização do nitrogênio (FM) (%);

Nitrogênio Kjeldahl (nitrogênio Kjeldahl = nitrogênio orgânico total + nitrogênio amoniacal (NK<sub>j</sub>)) (mg/kg);

Nitrogênio amoniacal (NNH<sub>3</sub>) (mg/kg);

Nitrogênio Nitrato e Nitrito (NNO<sub>3</sub> + NNO<sub>2</sub>) (mg/kg).

As concentrações utilizadas nestes cálculos devem ser em mg do parâmetro por kg de lodo de esgoto ou produto derivado em base seca.

## ANEXO IV

### CRITÉRIOS PARA AMOSTRAGEM DE SOLO E LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO

#### **J152: Tema tratado no Art. 18º**

##### 1. Amostragem de solo

O número de amostras de solo deverá ser representativo da área a ser avaliada. A área amostrada deverá ser subdividida em parcelas homogêneas nunca superiores a 20 hectares considerando o histórico de disposição de lodo de esgoto ou seus produtos derivados, a topografia, o tipo de solo e o tipo de cultura.

As parcelas deverão ser identificadas em mapa, em escala compatível, para o planejamento e o acompanhamento do monitoramento.

Em relação ao local da amostragem, deverá ser observado o seguinte critério:

a) para culturas perenes, a amostragem deverá ser efetuada nas faixas adubadas com lodo de esgoto ou seus produtos derivados;

b) para culturas anuais, a amostragem deverá ser efetuada, aleatoriamente, em zigue-zague, em toda a área.

O tipo de amostragem deve ser selecionado em função dos parâmetros a serem analisados:

a) Para substâncias não voláteis as amostras deverão ser compostas, para cada parcela homogênea, sendo que:

a.1) para a profundidade de 0-20 cm, deverão ser coletadas 10 (dez) sub-amostras formando 1 (uma) amostra composta;

a.2) para a profundidade de 20-40 cm, deverão ser coletadas 2 (duas) sub-amostras formando uma amostra composta;

a.3) para cada parcela, as sub-amostras deverão ser coletadas na mesma profundidade, colocadas em um recipiente de material inerte, para posterior homogeneização.

b) Para substâncias semi-voláteis ou voláteis, as amostras deverão ser simples, devendo ser coletada 1 (uma) amostra na profundidade de 0-20 cm e 1 (uma) amostra na profundidade de 20-40 cm.

O coletor das amostras deverá utilizar luvas descartáveis e evitar a contaminação cruzada da amostra.

Os requisitos básicos para acondicionamento, preservação e validade de amostras de solo deverão ser seguidos para cada parâmetro físico ou químico a ser determinado, de acordo com as instruções dos respectivos laboratórios de análise, para garantir a integridade das amostras.

## ~~2. Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análise de parâmetros inorgânicos, orgânicos e microbiológicos~~

~~Toda a amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado, tanto para caracterização inicial quanto para monitoramento, deverá atender aos requisitos estabelecidos na norma brasileira de amostragem de resíduos.~~

### ~~2.1 Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análise de parâmetros inorgânicos~~

#### ~~2.1.1 Caracterização inicial~~

~~Quando tratar-se de lodo de esgoto ou produto derivado digerido, a sua caracterização deverá ser feita por meio de análise de 4 (quatro) amostras simples, coletadas com defasagem mínima de 7 (sete) dias. Quando o material amostrado não for digerido ou for heterogêneo, tal como pilhas de lodo de esgoto ou produto derivado em processo de compostagem ou secagem ao ar, a caracterização de substâncias inorgânicas deverá ser realizada a partir da coleta de 4 (quatro) amostras compostas, formadas por sub-amostras de iguais quantidades do material coletadas em diferentes pontos da pilha de amostragem.~~

#### ~~2.1.2 Monitoramento~~

~~A frequência de amostragem para fins de monitoramento deverá observar o estabelecido no art. 10 desta Resolução. A amostragem deverá observar os mesmos procedimentos descritos no item 2.1.1.~~

### ~~2.2 Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análise de parâmetros orgânicos~~

~~Tanto a caracterização inicial quanto o monitoramento deverão seguir o estabelecido em relação à amostragem para análise de parâmetros inorgânicos, exceto no que se refere à formação de amostras compostas, visto que todas as amostras deverão ser simples.~~

### ~~2.3 Amostragem de lodo de esgoto ou produto derivado para análises microbiológicas e parasitológicas~~

#### ~~2.3.1 Procedimento de coleta~~

~~As coletas de lodo de esgoto ou produto derivado destinadas a análises microbiológicas deverão ser realizadas conforme descrito na publicação da agência ambiental americana (U.S.EPA) “Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge” EPA/625/R-92/013, de julho de 2003.~~

~~A quantidade mínima de amostras a ser coletada deverá ser de 1000 g (peso úmido).~~

#### ~~2.3.2 Caracterização inicial~~

~~Para caracterização inicial do lodo de esgoto ou produto derivado deverão ser coletadas pelo menos 15 amostras num período de 3 meses. Essa amostragem deverá ser planejada de forma que as coletas sejam realizadas a intervalos relativamente uniformes abrangendo todo esse período.~~

~~Quando o material amostrado for heterogêneo (pilhas de lodo de esgoto ou produto derivado em processo de compostagem ou secagem ao ar), para que sejam obtidos resultados representativos, iguais quantidades do material deverão ser coletadas em diferentes pontos. Essas sub-amostras serão então combinadas e analisadas como uma amostra única, no conjunto de 15 amostras.~~

#### ~~2.3.3 Monitoramento do lodo de esgoto ou produto derivado~~

~~Para monitoramento deverá ser coletada uma amostra, em quadruplicata, de acordo com a frequência estabelecida na Tabela 1 do art. 10 dessa Resolução. A qualidade do lodo de esgoto ou produto derivado deverá ser também verificada antes da primeira aplicação e quando o lodo de esgoto ou produto derivado for vendido ou distribuído. A amostragem deverá observar os mesmos procedimentos descritos no item 2.3.2.~~

## **ANEXO V**

### **J153: Tema tratado no Art. 13º**

~~Tabela 1 — Substâncias orgânicas potencialmente tóxicas a serem determinadas no lodo de esgoto ou produto derivado~~

#### ~~**Benzenos clorados**~~

~~1,2-Diclorobenzeno~~

~~1,3-Diclorobenzeno~~

~~1,4-Diclorobenzeno~~

~~1,2,3-Triclorobenzeno~~

~~1,2,4-Triclorobenzeno~~

~~1,3,5-Triclorobenzeno~~

~~1,2,3,4-Tetraclorobenzeno~~

~~1,2,4,5-Tetraclorobenzeno~~

~~1,2,3,5-Tetraclorobenzeno~~

#### ~~**Esteres de ftalatos**~~

~~Di-n-butil ftalato~~

~~Di-(2-etilhexil)ftalato (DEHP)~~

~~Dimetil ftalato~~

#### ~~**Fenóis não clorados**~~

#### **Substância**

#### **Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos**

**Benzo(a)antraceno**

**Benzo(a)pireno**

**Benzo(k)fluoranteno**

**Indeno(1,2,3-c,d)pireno**

**Naftaleno**

**Fenantreno**

**Lindano**

#### **Poluentes Orgânicos Persistentes (POP's) Con**

**Convenção de Estocolmo**

**Aldrin**

**Dieldrin**

**Endrin**

**Clordano**

**Heptacloro**

**DDT**

Cresóis  
**Fenóis clorados**

Toxafeno  
Mirex

Tabela 2—Concentrações permitidas de substâncias orgânicas em solos agrícolas.

**Concentração permitida no solo (mg/kg)**

1,2-Diclorobenzeno  
1,3-Diclorobenzeno  
1,4-Diclorobenzeno  
1,2,3-Triclorobenzeno  
1,2,4-Triclorobenzeno  
1,3,5-Triclorobenzeno  
0,16  
0,01  
0,0065  
0,7

†

Dimetil ftalato

0,25

**Fenóis não clorados**

0,16  
0,031  
2,4  
0,16  
Benzo(a)antraceno  
Benzo(a)pireno  
Benzo(k)fluoranteno  
Indeno(1,2,3-c,d)pireno

## ANEXO VI

### **J154: Ver J63:**

**~~MODELO DE DECLARAÇÃO A SER ENCAMINHADA PELA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO—UGL AO PROPRIETÁRIO E AO ARRENDATÁRIO OU ADMINISTRADOR DA ÁREA DE APLICAÇÃO DO LODO DE ESGOTO OU PRODUTO DERIVADO~~**

O interessado deverá apresentar, ao órgão ambiental, a declaração a seguir devidamente preenchida e assinada pelo representante da UGL e pelo proprietário, arrendatário ou administrador da área de aplicação.

Modelo de declaração

Parte 1: (a ser preenchida pela Unidade de Gerenciamento de Lodo—UGL)

—Nome da UGL

—Endereço

—Método utilizado para redução de patógenos do lodo de esgoto ou produto derivado

—Classe do lodo de esgoto ou produto derivado: classe A classe B

—Processo utilizado para a redução de vetores

—Teor de umidade do lodo de esgoto ou produto derivado (%)

—Concentração de substâncias inorgânicas e agentes patogênicos

—Concentração de Ndisponível no lodo de esgoto ou produto derivado, em mg/kg (base seca), calculado conforme Anexo III:

data das análises: \_\_\_\_\_ Ndisponível: \_\_\_\_\_

—Taxa de Aplicação

—Tipo de cultura na qual será aplicado o lodo de esgoto ou produto derivado

—Denominação da área de aplicação

—Endereço do local de aplicação

—Campo/Parcela

—Área de aplicação (hectares)

—Quantidade aplicada (m<sup>3</sup> ou kg)

—Método de aplicação

—Método usado em campo para redução de atração de vetores (se aplicável)

Obs: Em caso de diferentes culturas ou modos de aplicação, deverão ser preenchidas declarações correspondentes.

Estou ciente que, no caso de falsidade das declarações aqui prestadas, poderei ser responsabilizado, administrativa, civil e penalmente, conforme legislação pertinente em vigência.

Nome e assinatura do responsável pela UGL: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**Parte 2:** (a ser preenchida pelo proprietário, arrendatário ou administrador)

Eu, \_\_\_\_\_, RG no \_\_\_\_\_, proprietário da (sítio, fazenda, etc.) \_\_\_\_\_, localizada (endereço) \_\_\_\_\_, coordenadas geográficas (UTM) \_\_\_\_\_, concordo com a aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado em minha propriedade, comprometendo-me a seguir as orientações constantes do projeto elaborado pela UGL.

Nome e assinatura do proprietário: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

## ANEXO VII

### RECOMENDAÇÕES QUANTO AO TRANSPORTE

1. O lodo de esgoto ou produto derivado somente será carregado e retirado da ETE ou UGL mediante a apresentação pelo motorista do caminhão, do Termo de Responsabilidade (no 1 carregamento) e do Formulário de Controle de Retirada.
2. O motorista deve estar devidamente cadastrado e credenciado na empresa geradora do lodo de esgoto ou produto derivado.
3. Para o transporte deverão ser utilizados caminhões com carrocerias totalmente vedadas, tais como os caminhões basculantes, equipados com sistema de trava para impedir a abertura da tampa traseira, lona plástica para cobertura, cone de sinalização, pá ou enxada e um par de luvas de látex.
4. É proibido qualquer tipo de coroamento nos caminhões (altura da carga ultrapassando a altura da carroceria).
5. Os caminhões devem possuir algum tipo de sistema de comunicação para uso imediato em caso de ocorrência de sinistro.
6. Em caso de sinistro em vias públicas, com derramamento de lodo de esgoto, todos os procedimentos para limpeza são de responsabilidade da empresa transportadora do lodo de esgoto ou produto derivado.
7. Todos trabalhadores em contato com o lodo de esgoto ou produto derivado deverão sempre utilizar luvas de proteção plásticas ou de couro. Também é requerido o uso de calçado adequado, sapatos ou botas de couro ou plástico, sendo proibido o uso de sandálias e outros calçados abertos.
8. Ao término dos serviços lavar com água e sabão as luvas, os calçados e as mãos.
9. Deverá ser observada a limpeza dos pneus na saída dos caminhões da ETE ou UGL.

Termo de Responsabilidade do Transportador do lodo de esgoto de esgoto ou produto derivado  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200\_\_.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de identidade nº \_\_\_\_\_, declaro ter sido contratado pela empresa \_\_\_\_\_ para realizar o transporte do produto lodo de esgoto ou produto derivado entre a Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento ou UGL \_\_\_\_\_ e a propriedade do usuário aplicador situada \_\_\_\_\_

Declaro que farei o transporte, em conformidade com as recomendações da Companhia de Saneamento \_\_\_\_\_, utilizando caminhões com carrocerias totalmente vedadas, equipados com sistema de trava para impedir a abertura da tampa traseira, lona plástica para cobertura, cone de sinalização, pá ou enxada e um par de luvas de látex.

Informo estar ciente de que o produto somente poderá ser entregue na propriedade definida no Projeto Agrônômico no \_\_\_\_\_, sendo que qualquer problema que venha a ocorrer durante o transporte ou em decorrência dele será de minha inteira responsabilidade.

**1. O lodo de esgoto somente será carregado e retirado da ETE ou UGL mediante a apresentação pelo motorista do caminhão, do Termo de Responsabilidade e do Formulário de Controle de Retirada.**

**2. O motorista deve estar devidamente cadastrado e credenciado na empresa geradora do lodo de esgoto.**

3. Para o transporte deverão ser utilizados caminhões com carrocerias totalmente vedadas, tais como os caminhões basculantes, equipados com sistema de trava para impedir a abertura da tampa traseira, lona plástica para cobertura, cone de sinalização, pá ou enxada e um par de luvas impermeáveis.
4. É proibido qualquer tipo de coroamento nos caminhões (altura da carga ultrapassando a altura da carroceria).
5. Os caminhões devem possuir algum tipo de sistema de comunicação para uso imediato em caso de ocorrência de sinistro.
6. Em caso de sinistro em vias públicas, com derramamento de lodo de esgoto sanitário, todos os procedimentos para limpeza são de responsabilidade da empresa transportadora desse produto.
7. Todos os trabalhadores em contato com o lodo de esgoto sanitário deverão sempre utilizar luvas impermeáveis. Também é requerido o uso de sapatos fechados e impermeáveis ou botas de borracha, sendo proibido o uso de sandálias e outros calçados abertos.
8. Ao término dos serviços, lavar com água e sabão as luvas, os calçados e as mãos.
9. Deverá ser observada a limpeza dos pneus na saída dos caminhões transportadores de lodo da ETE ou UGL.

**Controle de Retirada do lodo de esgoto ou produto derivado**

**Projeto nº**

**Documento**

**Logotipo Cia. de Saneamento**

**Controle de Retirada do lodo de esgoto por Terceiros**

**Revisão/Data**

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ **Nº.** \_\_\_\_\_

**Destino:** \_\_\_\_\_ **Cidade:** \_\_\_\_\_

**Volume Retirado:** \_\_\_\_\_ **m<sup>3</sup>**

**Local de Retirada:** Aterro ~~Pátio Prensa~~

**Motorista:** \_\_\_\_\_

**RG:** \_\_\_\_\_

**Transportadora:** \_\_\_\_\_

**Placa do Veículo:** \_\_\_\_\_

**Motorista declara estar ciente das precauções para o transporte de lodo de esgoto ou produto derivado descritas no verso:**

**Assinatura do motorista transportador**

**Via da portaria**

**Ao sair, é obrigatória a entrega deste boleto preenchido na portaria da ETE ou UGL.**

**Logotipo Companhia de Saneamento**

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Volume de lodo de esgoto ou produto derivado retirado:** \_\_\_\_\_ **m<sup>3</sup>**

**Precauções para o transporte do lodo de esgoto ou produto derivado.**

**1. O caminhão ou camioneta deverá ter trava de carroceria e a carroceria deverá ser totalmente vedada.**

2. A carroceria deverá estar coberta com lona plástica.
3. O veículo deverá ter durante a viagem, uma pá e/ou enxada e um cone de sinalização.
4. Para contato direto com o lodo de esgoto ou produto derivado, usar luvas, e após este contato lavar as mãos e o calçado com água e sabão.

ETE ou UGL: \_\_\_\_\_

Endereço da ETE ou UGL: \_\_\_\_\_

Via do motorista transportador \_\_\_\_\_

## ANEXO VIII

### ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO AGRONÔMICO

Para a elaboração de projetos de aplicação de lodos de esgoto ou produto derivado na agricultura, deve ser observado o seguinte roteiro:

#### **1. Caracterização da instalação de tratamento de esgoto ETE ou UGL**

Apresentar descrição do sistema de tratamento incluindo a localização da estação de tratamento, a sua capacidade operacional, as características da bacia de drenagem de esgoto, o tipo de tratamento, o fluxograma simplificado do processo, as várias unidades do sistema e o volume de lodo de esgoto ou produto derivado gerado.

#### **2. Caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado**

Apresentar caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado, observando-se o estabelecido no art. 7º desta Resolução.

Apresentar o ensaio para determinação de elevação de pH provocada pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado no solo, conforme item 6, do Anexo II desta Resolução, no caso de lodos de esgoto ou produto derivado tratados com cal.

Apresentar de forma detalhada a descrição dos processos adotados para redução de agentes patogênicos e de atratividade de vetores.

#### **3. Caracterização das áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado**

Apresentar nome e endereço do proprietário da área e declaração da UGL, conforme Anexo VI desta Resolução.

##### **3.1 Localização**

Apresentar plantas planialtimétricas de situação dos locais de aplicação propostos, com a escala mínima de 1:10.000, abrangendo até 500 m dos limites da aplicação, trazendo indicações dos seguintes elementos:

- a) indicação do uso do solo na área a ser utilizada para a aplicação;
- b) coordenadas geográficas (UTM) das áreas de aplicação;
- c) localização de nascentes e olhos d'água;
- d) localização de corpos d'água, indicando sua largura;
- e) localização de lagoas, lagos, reservatórios, captações, poços de abastecimento de água, residências;
- f) localização de matas nativas remanescentes;
- g) levantamento das unidades de conservação incidentes;
- h) descrição da vizinhança; e
- i) acessos ao local.

Nos locais onde não se dispuser do levantamento planialtimétrico na escala 1:10.000, serão aceitos, excepcionalmente, os levantamentos na escala 1:50.000, complementados por descrição detalhada da área e croqui com indicação das declividades das áreas de aplicação.

##### **3.2 Caracterização do solo das áreas de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado**

Apresentar caracterização do solo, observando-se o estabelecido no art. 21 desta Resolução, devendo ser incluída planta com a localização dos pontos de amostragem.

#### **4. Taxa de aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado**

Apresentar a taxa de aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado no solo observando o estabelecido no art. 17 desta Resolução, para cada área.

#### **5. Armazenamento e transporte do lodo de esgoto ou produto derivado**

Apresentar detalhamento dos sistemas de armazenamento e transporte de lodo de esgoto ou produto derivado, os quais deverão atender ao estabelecido nos arts. 19 e 20 e no Anexo VII desta Resolução.

#### **6. Planos de aplicação e manejo**

Apresentar plano de aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado e de manejo da área, atendendo ao art. 18 desta Resolução e demais exigências desta Resolução, incluindo:

- a) descrição da seqüência da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado detalhando períodos previsto para a aplicação ao longo do ano;
- b) indicação em planta das culturas de cada parcela e
- c) descrição do manejo detalhando época de plantio e/ou desenvolvimento da cultura.

#### **7. Relatório de operação**

Elaborar relatório de operação, que deve ser mantido em arquivo pela UGL, onde devem constar os registros da operação, contemplando minimamente:

- a) origem do lodo de esgoto ou produto derivado;
- b) caracterização do lodo de esgoto ou produto derivado;
- c) data da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado;
- d) localização da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (local, campo, ou n<sup>o</sup> da parcela);
- e) massa de lodo de esgoto ou produto derivado aplicado em toneladas (base seca) por hectare;
- f) totais anuais de lodo de esgoto ou produto derivado aplicado em toneladas secas por hectare;
- g) totais acumulados, desde o início da aplicação, em quilogramas por hectare, de cada metal avaliado;
- h) método de aplicação;
- i) tipo de vegetação existente ou cultura a ser implantada no local;
- j) quantidade de nitrogênio disponível aplicado, em kg/hectare;
- l) observações quanto à ocorrência de chuvas por ocasião da aplicação e condições do solo quanto a erosões.

#### **8. Monitoramentos**

Apresentar descrição detalhada dos monitoramentos propostos para o acompanhamento da aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado, observando-se o disposto nos arts. 10 e 21 desta Resolução.

Deverão ser propostos modelos de relatório dos monitoramentos, do lodo de esgoto ou produto derivado e do solo das áreas de aplicação, a serem efetuados pelo responsável pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado.

#### **9. Anotação de Responsabilidade Técnica**

Apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica ART do projeto agrônomo proposto. No preenchimento da ART deverá ser indicado o responsável pelo projeto quanto à escolha do local, taxa de aplicação e escolha do tipo de cultura, trazendo a anotação de tipo 1 no campo 6.

#### **10. Informações adicionais**

A critério do órgão ambiental poderão ser exigidas informações adicionais que não constam deste roteiro.

~~ESSE TEXTO NÃO SUBSTITUI O PUBLICADO NO DOU EM 30/08/2006~~

**J155: Ver J63**