



NORMA TÉCNICA

P4.230

2ª edição
Maio/2021
50 páginas

Aplicação de lodo de sistemas de tratamento biológico de efluentes líquidos sanitários em solo - diretrizes e critérios para projeto e operação

Title in English

Sludge application of biological treatment systems of sanitary liquid effluents in soil - guidelines and criteria for design and operation

Resumo

A aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico no solo do Estado de São Paulo foi normatizada pela Norma Técnica P 4.230/1999, tendo como objetivo estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para o projeto, operação e aplicação de lodo de sistemas de tratamento biológico de efluentes líquidos em áreas agrícolas.

A revisão ora apresentada foi realizada com o intuito de aprimorá-la e torná-la atualizada, diante da publicação da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº498, de 19 de agosto de 2020, e da experiência nacional e internacional.

Palavras chave:

Lodo. Efluentes líquidos. Aplicação em solo.
Diretrizes. Critérios.

Key words:

*Sludge. Liquid effluents. Soil application.
Guidelines. Criteria.*

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros, CEP: 05459-900, São Paulo - SP
Tel.: (11) 3133 3000, <http://www.cetesb.sp.gov.br>

© CETESB 2021

Primeira Edição

Agosto de 1999 homologada pela Decisão de Diretoria - D.D nº 028/99/D, de 28/10/99.

Segunda Edição

Maio/2021, homologada pela Decisão de Diretoria nº 094/2021/I, de 15/09/21.

© CETESB 2021

É permitida a reprodução total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte. Direitos reservados de distribuição.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	2
2	ESCOPO	3
3	APLICABILIDADE	3
4	DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	4
5	DEFINIÇÕES	4
6	CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DO LODO	6
7	DIRETRIZES PARA APLICAÇÃO DE LODO EM SOLO	9
8	DIRETRIZES PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL	12
9	CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DA TAXA DE APLICAÇÃO	16
10	MONITORAMENTO DA ÁREA DE APLICAÇÃO	19
11	DIRETRIZES OPERACIONAIS	21
12	DISPOSIÇÕES FINAIS	22
	REFERÊNCIAS	22
	ANEXO A - Processos para redução de agentes patogênicos e atratividade de vetores	26
	ANEXO B - Roteiro para elaboração de Projetos de Aplicação de Lodos em Solo (PALES)	29
	ANEXO C - Declarações	36
	ANEXO D - Critérios para amostragem de solo, lodo e efluentes	38
	ANEXO E - Plano de gerenciamento delodo da UGL (PG-UGL)	45
	ANEXO F - Procedimentos para o cálculo da taxa de aplicação em função do Nitrogênio	47
	ANEXO G - Recomendações quanto ao transporte	49

1 INTRODUÇÃO

A primeira edição da Norma Técnica P4.230 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), intitulada “Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - Critérios para projeto e operação”, foi publicada em agosto de 1999.

Após onze anos de sua publicação, houve uma série de alterações no campo institucional e técnico que mostraram a necessidade de atualizá-la e aprimorá-la. Em termos institucionais, o tema foi regulamentado, em nível nacional, pela Resolução CONAMA nº 375/2006 (BRASIL, 2006), alterada pela Resolução CONAMA nº 498, de 19 de agosto de 2020 (BRASIL, 2020), que define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. Em termos técnicos, há relatos de várias possibilidades para a disposição final de lodo gerados em estações de tratamento de efluentes encontrados nas experiências americanas, australianas e neozelandesas, para indicar as mais citadas.

Para atender a finalidade da revisão, foi criada uma comissão de estudo em 2018, que teve o seu trabalho finalizado com a publicação desta revisão.

A presente revisão da Norma Técnica tem como objetivo estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para aplicação de lodos gerados em sistemas de tratamento biológico de efluentes líquidos sanitários em solo, visando à sustentabilidade dessa atividade, em consonância com as normas ambientais, de saúde pública e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010).

2 ESCOPO

Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para aplicação de lodos gerados em sistemas de tratamento biológico de efluentes líquidos sanitário sem solo.

3 APLICABILIDADE

Aplica-se aos lodos gerados em sistemas de tratamento biológico de efluentes líquidos sanitários, que passarão a ser denominados lodos, para aplicação em solo desde que haja benefício agrônômico e atenda ao que estabelece esta Norma.

3.1 Aplicações de Lodo em Solo, permitidas

As aplicações em solo permitidas são as seguintes:

- a) em áreas destinadas à agricultura tal como definido nesta Norma, à produção florestal ou à pecuária;
- b) em áreas destinadas à recuperação ambiental por meio de processo de revegetação.

3.2 Outros Usos de Lodo não definidos nesta norma

Serão objeto de avaliação específica da CETESB e de outros órgãos públicos, se necessário.

3.3 Casos em que esta norma não se aplica

Esta Norma não se aplica:

3.3.1 A outros lodos cuja aplicação em solo já esteja regulamentada pela CETESB;

3.3.2 A lodos provenientes de outros estados e outros países;

3.3.3 Na aplicação de lodo em área contaminada, conforme definida no Inciso II, artigo 3º da Lei nº 13.577, de 8 de julho de 2009, que dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas.

3.3.4 Aos seguintes resíduos gerados por sistemas de tratamento de efluentes:

- a) lodo de estação de tratamento de efluentes de estabelecimentos de serviços de saúde;
- b) lodo de estação de tratamento de efluentes de portos e aeroportos;
- c) resíduos de gradeamento;
- d) resíduos de desarenador;
- e) resíduos sólidos de serviços de manutenção de rede de esgoto;
- f) material flutuante contendo resíduos não degradáveis, tais como plástico, de decantadores primários, caixas de distribuição, digestores de lodo e outros tipos de reatores.;

- g) material lipídico sobrenadante de decantadores primários e das caixas de gordura;
- h) lodos provenientes de sistema de tratamento individual e coletivo, coletados por veículos do tipo limpa-fossa, antes de seu tratamento por uma estação de tratamento de esgoto;
- i) lodo de esgoto não estabilizado;
- j) lodos classificados como perigosos de acordo com as Normas brasileiras vigentes.

4 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos utilizados para elaboração desta norma e que também estão entre as bases para sua aplicação, estão apresentados nas Referências.

5 DEFINIÇÕES

Para efeito desta Norma, foram estabelecidas as seguintes definições:

5.1 Aplicação no solo

Ação de aplicar o lodo uniformemente sobre a superfície do terreno (seguida ou não de incorporação), em sulcos, em covas ou a injeção subsuperficial, de modo a melhorar as condições do solo ou o desenvolvimento geral das culturas implantadas.

5.2 Aplicador de lodo

Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que aplica lodo em solo, de acordo com o estabelecido nesta Norma e nas demais Normas legais vigentes. O aplicador do lodo pode ser:

- a) empresa prestadora desse serviço;
- b) UGL - Unidade de Gerenciamento de Lodo;
- c) o responsável da área onde será aplicado o lodo.

5.3 Área de aplicação

Áreas em que o lodo é aplicado, compreendendo a propriedade e sua(s) parcela(s) de aplicação.

5.4 Área destinada à recuperação ambiental

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, que pode ser diferente de sua condição original. Não se incluem nessas áreas aquelas que abrigam ou abrigaram fontes potenciais ou fontes primárias de contaminação dos solos ou águas subterrâneas, ou que estejam sob ação de controle da CETESB para gerenciamento de áreas contaminadas.

5.5 Atratividade de vetores

Característica do lodo, não tratado ou tratado inadequadamente, de atrair roedores, insetos ou outros vetores de organismos patogênicos.

5.6 Esgoto sanitário

Denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos.

5.7 Etapa de Verificação da Unidade de Gerenciamento de Lodo

Período para a Unidade de Gerenciamento de Lodo comprovar a capacidade e estabilidade do processo e o atendimento dos requisitos de qualidade estabelecidos para o lodo tratado, antes da destinação do lodo para aplicação em solos.

5.8 Etapa de Operação da Unidade de Gerenciamento de Lodo

Período contado a partir do atendimento da Etapa de Verificação, até o prazo final de validade da Licença de Operação da Unidade de Gerenciamento de Lodo, desde que não haja alterações.

5.9 Fração de Mineralização do Nitrogênio do Lodo (FM)

Representa a fração expressa em porcentagem do nitrogênio orgânico presente no lodo que, por meio do processo de mineralização, pode ser transformada em nitrogênio inorgânico disponível para plantas (nitratos, nitritos, nitrogênio amoniacal).

5.10 Estabilização do lodo

Processamento do lodo de esgoto para reduzir ou eliminar seu potencial de putrefação, que resulta na redução de patógenos, de atratividade de vetores e de potencial de gerar odores desagradáveis.

5.11 Lodos de Sistemas de Tratamento Biológico

Lodos originários do processo de sedimentação no decantador secundário de um sistema de tratamento biológico ou de lagoas de tratamento ou resultantes de processo de digestão, admitindo-se, neste caso, que o lodo do decantador primário venha a ser misturado com o lodo do decantador secundário, previamente à sua digestão.

5.12 Lote de lodo

Quantidade de lodo tratado na Unidade de Gerenciamento de Lodo definida como unidade para fins de aplicação em solo, e que deve atender aos critérios de qualidade ambiental e de potencial agrônomo definidos nesta Norma.

5.13 Mineralização do nitrogênio orgânico

Processo biológico realizado por microorganismos e influenciado por diversos fatores como clima, sistema de manejo, tipo de material orgânico adicionado ou remanescente e atributos do solo. Nesse processo o nitrogênio orgânico presente no solo resulta na formação de amônio ou nitrato, que são formas iônicas de nitrogênio no solo passíveis de serem absorvidas por plantas.

5.14 Organismos patogênicos

Organismos capazes de causar doenças em outros organismos vivos estando incluídos, dentre outros, as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos.

5.15 Parcela

Fração da área de aplicação que contém características homogêneas quanto à sua posição topográfica, relevo, cobertura vegetal e histórico de manejo, definida como unidade para fins de aplicação do lodo e seu monitoramento.

5.16 Plano de Gerenciamento da Unidade de Gerenciamento de Lodo (PG-UGL)

Estudo ambiental elaborado por profissional legalmente habilitado para o licenciamento ambiental das UGLs e apresentado de acordo com as diretrizes definidas nesta Norma.

5.17 Projeto de aplicação de lodo em solo (PALES)

Projeto elaborado por profissional legalmente habilitado visando à aplicação de lodo em determinada propriedade e sua(s) parcela(s), observando os critérios e procedimentos estabelecidos nesta Norma.

5.18 Rastreabilidade

Informações que correlacionam a origem, quantidade e qualidade de lodo com as respectivas parcelas onde é aplicado.

5.19 Responsável da área onde será aplicado o lodo

Proprietário, arrendatário ou administrador da área ou o órgão público legalmente responsável, no caso de aplicação de lodo em áreas públicas.

5.20 Substâncias químicas de interesse (SQI)

Substâncias inorgânicas e/ou orgânicas que devem ser consideradas na caracterização, avaliação e monitoramento dos efluentes, do lodo e do solo.

5.21 Taxa de aplicação

Quantidade projetada para cada aplicação do lodo (base seca), em toneladas por hectare.

5.22 Transportador de lodo

Pessoa física ou jurídica que se dedica à movimentação de lodo da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE à UGL, e da UGL às áreas de aplicação, mediante veículo apropriado ou tubulação.

5.23 Tratamento biológico

Tratamento em que a redução das cargas poluidoras ocorre preponderantemente pela ação de microorganismos.

5.24 Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL)

Unidade, devidamente licenciada, na qual se realiza o gerenciamento para transformação de lodo gerado por uma ou mais ETE (s), visando o uso em solos, com base nos critérios definidos nesta Norma.

6 CRITÉRIOS PARA ANÁLISE DO LODO

A análise do lodo para aplicação em solo deverá ser realizada em diferentes etapas do licenciamento ambiental da UGL, conforme diretrizes do **item 8** desta Norma, considerando os critérios ambientais de qualidade para substâncias químicas de interesse e para estabilização, bem como os parâmetros agronômicos.

6.1 Critérios Ambientais de Qualidade do Lodo para Substâncias Químicas de Interesse

O lodo deverá atender aos seguintes critérios ambientais para substâncias químicas de interesse.

6.1.1 Substâncias inorgânicas

O lodo não deverá apresentar em sua composição teores de substâncias inorgânicas superiores aos respectivos limites máximos da **Tabela 1**.

Tabela1- Limites máximos de substâncias inorgânicas no lodo

Substâncias inorgânicas	Limite máximo no lodo (mg/kg, base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromio	1000
Mercúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

Fonte: CETESB (2021)

6.1.2 Substâncias orgânicas

As substâncias orgânicas a serem analisadas no lodo deverão ser definidas pela UGL, em função das características específicas da bacia de esgotamento sanitário e dos efluentes recebidos na(s) ETE(s), considerando informações das fontes geradoras (tipologia). A UGL poderá utilizar como referência as substâncias constantes da lista de valores orientadores da Decisão de Diretoria CETESB nº 256, de 22 de novembro de 2016, que dispõe sobre a aprovação dos “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2016” e dá outras providências” (CETESB, 2016), devendo justificar tecnicamente os parâmetros selecionados como SQIs, bem como os não selecionados e outras substâncias que não constam dessa lista.

6.1.3 Outras substâncias químicas de interesse

A critério da CETESB, outras substâncias químicas de interesse poderão ser incluídas nos critérios ambientais de qualidade do lodo.

6.2 Critérios de Estabilização do Lodo

O lodo deverá atender aos requisitos de estabilização quanto aos critérios microbiológicos e parasitológicos, processos de redução de patógenos e métodos de redução de atratividade de vetores empregados.

6.2.1 O lodo deverá atender aos limites máximos para o indicador bacteriológico, *Escherichia coli*, e organismos patogênicos estabelecidos na **Tabela 2**, conforme a Etapa em que se encontra o licenciamento ambiental da UGL - Etapas de Verificação ou Operação (conforme **itens 8.2 e 8.3**, respectivamente, desta Norma).

Tabela 2 - Limites máximos para *Escherichia Coli* e Organismos patogênicos

Etapas do Licenciamento Ambiental da UGL	Parâmetro	Limite Máximo Permitido
Verificação	<i>Salmonella</i>	Ausência em 10 g de ST ¹¹
	Ovos viáveis de helmintos	<0,25 ovo/g de ST
	Vírus entéricos ²²	<0,25 UFP ou UFF/g de ST
	<i>Escherichia coli</i>	10 ³ NMP/g de ST
Operação	<i>Escherichia coli</i>	10 ³ NMP/g de ST

Fonte: CETESB (2021)

6.2.2 Os requisitos de redução de patógenos e atratividade de vetores constam no **Anexo A** desta Norma.

6.2.3 Critérios do potencial agrônomico

A caracterização do potencial agrônomico do lodo deverá contemplar os seguintes parâmetros, base seca:

- a) carbono orgânico (mg/kg);
- b) fósforo total (mg/kg);
- c) nitrogênio Kjeldahl (mg/kg);
- d) nitrogênio amoniacal (mg/kg);
- e) nitrogênio nitrato (mg/kg);
- f) nitrogênio nitrito (mg/kg);
- g) pH em água (1:10);
- h) potássio total (mg/kg);
- i) sódio total (mg/kg);
- j) enxofre total (mg/kg);
- k) cálcio total (mg/kg);
- l) magnésio total (mg/kg);
- m) umidade (%);
- n) sólidos voláteis e totais (%);
- o) poder de neutralização (%), no caso de lodos tratados por Estabilização Alcalina Prolongada (EAP).

¹ **ST**: Sólidos Totais; **NMP**: Número Mais Provável; **UFP**: Unidade Formadora de Placas; **UFF**: Unidade formadora de Foco.

² Vírus totais cultiváveis (células BGM-Buffalo Green Monkey ou RD-Rabidiosarcoma) ou Adenovírus (cultura celular integrada-reação em cadeia de polímeros e ou teste de imunoperoxidase).

7 DIRETRIZES PARA APLICAÇÃO DE LODO EM SOLO

A aplicação de lodo em solo exige o atendimento às diretrizes para o projeto de aplicação, às restrições (para seleção da área e para as culturas aptas a receber o lodo) e à qualidade do solo da área de aplicação.

7.1 Projeto de Aplicação de Lodo em Solo (PALES)

Toda aplicação de lodo deve ser obrigatoriamente condicionada à elaboração ou atualização de Projeto de Aplicação de Lodo em Solo (PALES), elaborado e firmado pelo profissional responsável devidamente habilitado conforme o roteiro constante do **Anexo B** desta Norma, acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

7.1.1 Se for elaborado pela UGL, o PALES deverá conter a Declaração de Anuência, conforme os Modelos 1 e/ou 2 do **Anexo C** desta Norma, devidamente preenchida e assinada, tanto pelo Aplicador de Lodo, bem como pelo Responsável da área onde será aplicado o lodo, caso o Responsável não seja o Aplicador.

7.1.2 Se for elaborado pelo Aplicador de lodo (empresa prestadora do serviço), o PALES deverá conter a Declaração de Anuência e a Declaração de Garantia de Qualidade, devidamente preenchidas e assinadas, conforme os Modelos 2 e 3 do **Anexo C** desta Norma.

7.1.3 Se for elaborado pelo Responsável da área onde será aplicado o lodo (caso o Responsável não seja o Aplicador), o PALES deverá conter a Declaração de Anuência e Declaração de Garantia de Qualidade devidamente preenchida e assinada, conforme os Modelos 1 e 3 do **Anexo C** desta Norma.

7.1.4 Nas situações previstas nos **subitens 7.1.2 e 7.1.3**, o PALES deverá ser remetido à UGL com as devidas Declarações.

7.1.5 To Vírus totais cultiváveis (células BGM-Buffalo Green Monkey ou RD-Rabidiosarcoma) ou Adenovírus (cultura celular integrada-reação em cadeia de polímeras e ou teste de imunoperoxidase) dos os PALES deverão conter “Declaração de Ciência” do proprietário da área firmada que ateste seu conhecimento quanto à aplicação, conforme Modelo 4 no **Anexo C**.

7.1.6 Antes do início da destinação do lodo para aplicação em solo, a UGL deverá informar o início dessa atividade à CETESB, mantido o PALES, em meio digital, na UGL e com o responsável pela propriedade onde o lodo será aplicado.

7.1.7 Em áreas destinadas à recuperação ambiental, por meio de processo de revegetação, a aplicação de lodo em solo deverá ser objeto de projeto específico a ser submetido à aprovação prévia da CETESB.

7.2 Restrições para Seleção da Área de Aplicação

Na escolha do local, deverão ser considerados os aspectos referentes à legislação vigente, quantidade de lodo a ser aplicada, facilidade de acesso durante o período de aplicação, proximidade de áreas residenciais, direção predominante dos ventos, aprovações e consentimentos dos proprietários, bem como as restrições descritas a seguir:

7.2.1 Não será permitida a aplicação de lodo:

- a) em Unidades de Conservação de proteção integral e nas Áreas de Proteção Ambiental-APA, quando existir vedação específica para aplicação de lodo no Plano de Manejo da APA.
- b) em Área de Preservação Permanente-APP, devendo a aplicação estar afastada no mínimo 6 m da APP e com proteção por terraços de segurança. Essa distância de afastamento poderá, a critério da CETESB, ser ampliada se as condições ambientais, incluindo as climáticas, exigirem tal ampliação;

- c) em Áreas de Proteção aos Mananciais-APMs e Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais - APRMs definidas por legislações estaduais e municipais e em outras áreas de captação de água para abastecimento público;
- d) no interior da Zona de Transporte para fontes de águas minerais, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa, definidas na Portaria DNPM nº 231, de 1998;
- e) num raio mínimo de 100 metros de poços rasos e tubulares, lagos e minas d'água, ou distante 100 metros de cursos d'água e canais;
- f) em solos sujeitos a inundação, com drenagem deficiente ou solos rochosos;
- g) em áreas onde a profundidade do nível do aquífero freático seja menor do que a 2,0 metros em qualquer época do ano;
- h) em áreas com solos com menos de 50 centímetros de espessura até o horizonte C;
- i) em distâncias inferiores a 100 metros de núcleos urbanos ou conjuntos de residências, podendo este limite, a critério da CETESB, ser ampliado quando as condições ambientais, incluindo as climáticas, usos do solo no entorno, formas de aplicação, exigirem ou justificarem visando garantir que não ocorram incômodos à vizinhança como odores.
- j) em distâncias inferiores a 50 metros de vias de domínio público e 15 quinze metros de drenos interceptores e divisores de águas superficiais de jusante e de trincheiras drenantes de águas subterrâneas e superficiais;
- k) em área agrícola cuja declividade das parcelas ultrapasse:
 - 8% para aplicação superficial sem incorporação, com adoção de práticas mecânicas de conservação;
 - 15% para aplicação superficial com incorporação;
 - 18% para aplicação subsuperficial e em sulcos,;
 - 25% no caso de aplicação em covas.
- l) em áreas agrícolas definidas como não adequadas por decisão motivada dos órgãos ambientais e de agricultura competentes.

7.2.2 No caso da identificação de qualquer efeito adverso decorrente da aplicação de lodos realizada em conformidade com esta Norma, a CETESB poderá estabelecer requisitos complementares aos padrões e critérios presentes nesta Norma.

7.3 Culturas aptas para Aplicação de Lodo

O lodo poderá ser aplicado em solos, nas culturas descritas abaixo:

7.3.1 Cultivo de alimentos que podem ser consumidos crus e cuja parte comestível tenha contato com o solo, desde que a colheita ocorra somente 2 meses após a última aplicação;

7.3.2 Cultivo de pastagens, ficando proibido o pastejo de animais por 1 mês após a última aplicação de lodo;

7.3.3 Cultivo de forrageiras, desde que seja aguardado 1 mês após a última aplicação de lodo para colheita.

7.3.4 Não há restrição no que se refere ao tempo decorrido entre a aplicação do lodo e o cultivo ou colheita nas seguintes situações:

- a) produtos alimentícios que não têm contato com o solo;
- b) produtos alimentícios que não são consumidos crus;
- c) produtos não alimentícios.

7.4 Diretrizes quanto à Qualidade do Solo da Área de Aplicação

As diretrizes a serem seguidas estão relacionadas a seguir.

7.4.1 A Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL) deverá caracterizar o solo agrícola para fertilidade e substâncias químicas de interesse, as mesmas definidas no **item 6.1** para qualidade do lodo, antes da primeira aplicação, conforme critérios de amostragem descritos no **Anexo D**.

7.4.2 A aplicação não será permitida caso os resultados da caracterização, avaliação e monitoramento do solo da área demonstrem, isolada ou concomitantemente:

- a) teor de potássio (K) trocável acima de 5% da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do solo;
- b) teor de sódio (Na) trocável acima de 6% da CTC do solo;
- c) concentração de substâncias químicas de interesse igual ou acima dos Valores de Prevenção estabelecidos pela Decisão de Diretoria nº 256-2016 - E da CETESB e suas atualizações (CETESB, 2016);

7.4.3 Após o início da aplicação de lodo, a área deverá ser monitorada conforme os critérios descritos no **item 10**;

7.4.4 A critério da CETESB e a qualquer momento, poderá ser solicitada a determinação de outras substâncias no solo.

8 DIRETRIZES PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

A aplicação de lodos em solo somente poderá ocorrer mediante a existência de uma UGL devidamente licenciada pela CETESB.

8.1 Diretrizes Gerais

O processo de licenciamento ambiental da UGL deverá atender às Normas legais vigentes, os procedimentos definidos pela CETESB e ainda, as diretrizes a seguir:

8.1.1 Possibilitar o acesso às informações sobre a geração e a aplicação de lodo em solo.

8.1.2 Ser instruído, na fase de Licença Prévia, com o Plano de Gerenciamento da UGL (PG-UGL), com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), conforme conteúdo mínimo definido no **Anexo E** desta Norma.

8.1.3 Ser instruído, na fase de Licença de Instalação com, pelo menos:

- a) Relatório técnico que ateste o cumprimento das exigências técnicas da Licença Prévia e as demais exigências técnicas estabelecidas pela CETESB;
- b) Plano de Avaliação do Lodo na Etapa de Verificação, considerando as diretrizes do **item 8.2** desta Norma, incluindo plano de amostragem do lodo tratado, de acordo com os critérios estabelecidos no **item 8.2.1**;

- c) Plano de Monitoramento do Lodo e dos efluentes brutos e tratados na(s) ETE(s) na Etapa de Operação da UGL, considerando as diretrizes do **item 8.3** desta Norma;
- d) Plano de controle operacional da UGL, o qual deverá contemplar a forma de acompanhamento dos parâmetros operacionais do processo de tratamento do lodo, incluindo os requisitos de redução de patógenos e atratividade de vetores estabelecidos no **Anexo A** desta Norma, e as medidas de contingência no caso da ocorrência de problemas operacionais no tratamento do lodo e nas situações de emergência, como acidentes.

8.1.4 Ser instruído, na fase de Licença de Operação, com relatório técnico que ateste o cumprimento das exigências técnicas da Licença de Instalação e as demais exigências técnicas estabelecidas pela CETESB.

8.1.5 Deverá constar na Licença de Operação, exigência técnica de que qualquer aplicação de lodo estará obrigatoriamente condicionada à elaboração ou atualização de PALES, conforme o roteiro constante do **Anexo B** desta Norma. O PALES deverá ficar à disposição para consulta da CETESB, quando necessário.

8.1.6 Obtida a Licença de Operação, a UGL deverá:

- a) implementar o plano de controle de recebimento do lodo na UG (previsto no PG-UGL), aprovado na fase de Licença Prévia;
- b) comprovar o atendimento às diretrizes da Etapa de Verificação, estabelecidas no **item 8.2**, desta Norma;
- c) implantar o Plano de Monitoramento do Lodo e dos efluentes brutos e tratados na(s) ETE(s).

8.2 Etapa de Verificação da UGL

A Etapa de Verificação da UGL deverá considerar as diretrizes estabelecidas a seguir:

8.2.1 As coletas de amostras de lodo deverão ser realizadas no final do processo de tratamento, durante um período de pelo menos 3 (três) meses, considerando os critérios de amostragem estabelecidos no **Anexo D** desta Norma e atendendo à frequência de amostragem definida na **Tabela 3**.

8.2.2 A quantidade de lodo tratado a ser amostrado em cada campanha de amostragem deverá ser igual a:

- a) produção diária de lodo, em base seca, até a produção média mensal de 150 t/mês;
- b) 150 t para valores de produção média mensal superiores a 150 t/mês.

Observação: Poderão ser aceitas pela CETESB eventuais alterações nesses valores, desde que devidamente justificadas pela UGL.

Tabela3 - Etapa de Verificação - Avaliação da UGL

Atividade	Parâmetros	Amostragem
Avaliação da UGL Avaliação do lodo com base nos critérios definidos nos itens 6.1 e 6.2 desta Norma e outros estabelecidos pela CETESB	a) Substâncias químicas de interesse definidas no Item 6.1 desta Norma;	1 amostra composta ³ mensal
	b) Estabilização do lodo <ul style="list-style-type: none"> • Salmonella; • Ovos viáveis de helmintos; • Vírus entéricos; • Escherichia coli. 	1 amostra simples ⁴ semanal

Fonte: CETESB (2021)

8.2.3 Para as substâncias químicas de interesse, caso uma das amostras de lodo apresente, para qualquer uma das substâncias, teor acima do limite máximo definido no **item 6.1.1**, a Etapa de Verificação deverá ser interrompida. A UGL deverá corrigir a desconformidade e a seguir poderá solicitar à CETESB a realização de uma nova Etapa de Verificação.

8.2.4 Na avaliação da estabilização do lodo, será aceito apenas um resultado desconforme no período de 3 (três) meses de monitoramento. Se for detectado mais do que um valor desconforme, deverá ser realizado mais um 1 (um) mês de monitoramento e não serão aceitos novos resultados desconformes.

8.2.5 Deverá ser demonstrado o atendimento aos requisitos de redução de patógenos e atratividade de vetores do **Anexo A**, de acordo com o Plano de controle operacional da UGL.

8.2.6 O lodo que não atender aos critérios dos **itens 6.1.1 e 6.2** desta Norma deverá ser encaminhado para outra destinação final ambientalmente adequada.

8.2.7 O lodo tratado na Etapa de Verificação da UGL que estiver em conformidade com os critérios dos **itens 6.1.1 e 6.2** desta Norma poderá ser utilizado para formação de lote na UGL.

8.3 Etapa de Operação da UGL

Após o atendimento aos critérios da Etapa de Verificação, terá início a Etapa de Operação da UGL, na qual os lotes de lodo serão formados, analisados e destinados para aplicação em solo.

A UGL é responsável pelo monitoramento da qualidade do lodo e pela apresentação à CETESB, quando solicitado, dos resultados do monitoramento dos efluentes da(s) ETE(s). Esses monitoramentos deverão atender às diretrizes a seguir.

8.3.1 Monitoramento dos efluentes brutos e tratados da(s) ETE(s)

O monitoramento dos efluentes bruto e tratado da(s) ETE(s) deverá considerar, além das exigências técnicas já definidas no licenciamento ambiental, o que segue:

- a) as substâncias químicas de interesse definidas no **item 6.1** desta Norma e aos critérios de amostragem definidos no **Anexo D**.
- b) a frequência e o tipo de amostra serão:
 - b.1) para ETE(s) que tratam até 100 L/s: uma amostra composta anual;

³ No caso da determinação de substâncias orgânicas voláteis, a análise do lodo deverá considerar a coleta de uma ou mais amostras simples, considerando os critérios de amostragem do **Anexo D** desta Norma.

⁴ No caso de pilhas de lodo deverão ser analisadas amostras compostas, conforme descrito no **Anexo D** desta Norma

b.2) para ETE(s) que tratam entre 100 e 500 L/s: uma amostra composta semestral;

b.3) para ETE(s) que tratam mais que 500 L/s: uma amostra composta trimestral.

Observação: Para as substâncias orgânicas voláteis, serão aplicadas as mesmas frequências acima, mas deverão ser coletadas amostras simples.

8.3.2 Monitoramento do lodo

O monitoramento do lodo deverá ser realizado atendendo o que segue:

- a) deverá ser realizado por meio da análise dos lotes de lodo, com a devida identificação, de forma a permitir a rastreabilidade da sua aplicação.
- b) cada lote deverá conter a quantidade de lodo previamente definida pela UGL no plano de monitoramento do lodo, observando os seguintes critérios:
 - b1) o período máximo de formação de um lote não deverá exceder a frequência de monitoramento do lodo estabelecida na **Tabela 4**, em função da quantidade anual de lodo tratada pela UGL;
 - b2) quantidade de lodo a ser aplicada em cada parcela deverá pertencer a um único lote.

Observação: Eventuais alterações na quantidade de lodo que irá compor o lote poderão ser aceitas pela CETESB, desde que devidamente justificadas pela UGL.

Tabela 4 - Frequência de monitoramento do lodo

Quantidade de lodo (QL) tratado na UGL (t/ano ST)	Frequência de monitoramento do lodo (Período máximo de formação de um lote)
QL ≤ 60	Anual
60 < QL ≤ 240	Semestral
240 < QL ≤ 1.500	Trimestral
1.500 < QL ≤ 15.000	Bimestral
QL > 15.000	Mensal

Fonte: CETESB (2021)

- c) a análise do lote de lodo deverá considerar os critérios **do item 6** desta Norma e ainda:
 - c1) ser realizada considerando os critérios de amostragem de lodo estabelecidos no **Anexo D** desta Norma.
 - c2) ser realizada no prazo máximo de três meses antes da destinação, com exceção da determinação de *Escherichia coli*, cujo prazo máximo deverá ser de 10 (dez) dias anterior à destinação.
 - c3) caso o lote inteiro de lodo não seja aplicado na mesma parcela, a quantidade remanescente poderá ser misturada a uma determinada quantidade de lodo de outro lote, resultando na formação de um novo lote, o qual deverá ser reanalisado para aplicação em solo.
 - c4) caso uma mesma parcela de aplicação demande uma quantidade de lodo maior que dois ou mais lotes, estes deverão ser para compor um novo lote, o qual deverá ser reanalisado para aplicação em solo.

- d) o lote de lodo que não atender aos critérios dos **itens 6.1.1 e 6.2** desta Norma, deverá ser encaminhado para outra destinação final ambientalmente adequada. A destinação para aplicação em solo dos próximos lotes ficará condicionada à correção da desconformidade e sua comprovação.

8.3.3 Relatório Operacional Anual (ROA)

A UGL deverá protocolizar, na CETESB, Relatório Operacional Anual, em meio digital, referente ao período de janeiro a dezembro, entregue até fevereiro do ano seguinte, com o seguinte conteúdo mínimo:

- a) situação operacional da(s) ETE(s) fornecedoras de lodo para a UGL, conforme estabelecido nesta Norma, com análise dos resultados de avaliação dos efluentes, em planilha **MS Excel ou similar**;
- b) situação operacional da UGL, conforme estabelecido nesta Norma, considerando:
- b1) análise dos resultados da qualidade do lodo, em planilha MS Excel ou similar, descrevendo eventuais não conformidades ocorridas em relação aos limites estabelecidos e das respectivas ações corretivas adotadas e sua comprovação;
- b2) situação das operações do transporte e armazenamento de lodo;
- b3) atendimento aos requisitos de redução de patógenos e atratividade de vetores do **Anexo A**, por meio da apresentação do controle operacional do processo de tratamento;
- b4) problemas operacionais ou na aplicação, caso tenham ocorrido, e as soluções adotadas;
- c) rastreabilidade das quantidades aplicadas de lodo em cada parcela, conforme estabelecido no PALES, considerando as seguintes informações que deverão ser anualmente fornecidas pelo Aplicador de Lodo à UGL:
- c1) resultados da caracterização inicial da(s) parcela(s) de aplicação;
- c2) resultados com as respectivas memórias de cálculo da(s) taxa(s) de aplicação e do aporte de substâncias químicas de interesse no solo, desde a primeira aplicação, conforme **item 9.2** desta Norma;
- c3) resultados dos monitoramentos da área de aplicação conforme **item 10** desta Norma;
- c4) os totais anuais de lodo aplicados (t/ha em base seca);
- c5) o total de lodo aplicado desde a primeira aplicação (t/ha em base seca);
- c6) quantidades de lodo encaminhadas para outras destinações (t/ha em base seca).

9 CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DA TAXA DE APLICAÇÃO

A taxa de aplicação de lodo, visando ao benefício agrônomo e a proteção ambiental, deverá ser obtida adotando-se o menor valor calculado entre a necessidade de nitrogênio, outros nutrientes recomendados para as culturas e a capacidade de elevação do pH do solo, desde que o aporte de substâncias químicas de interesse no solo não exceda os respectivos valores máximos admissíveis. Não será admitida a ultrapassagem do Valor de Prevenção (VP) no solo para SQIs.

9.1 Cálculo da Taxa de Aplicação em Função dos Nutrientes e do PH

O cálculo da taxa de aplicação em função dos nutrientes e do pH deverá atender aos critérios dispostos a seguir.

9.1.1 Taxa de aplicação em função da quantidade de nutrientes

A taxa de aplicação em função da quantidade de nutrientes, deve atender os procedimentos descritos a seguir:

9.1.1.1 teor de nitrogênio disponível (N_{disp} , kg/t)

A taxa de aplicação de lodo de esgoto em t (base seca)/ha é calculada em função da quantidade de nitrogênio recomendada para nutrição da cultura em kg N/ha (segundo o Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, (RAIJ et al, 1997), ou o documento que vier a alterá-lo ou substituí-lo), menos o nitrogênio remanescente que encontra-se disponível no solo (kg N/ha), dividido pelo nitrogênio disponível no lodo (em kgN (base seca)/t), conforme a equação a seguir. O cálculo dos componentes da fórmula encontra-se disponível no **Anexo F**, desta Norma.

$$\text{Taxa de Aplicação (TA, t/ha)} = \frac{N \text{ recomendado } \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}}\right) - N_{disp} \text{ solo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}}\right)}{N_{disp} \text{ lodo } \left(\frac{\text{kg}}{\text{t}}\right)}$$

9.1.1.2 outros nutrientes

Outras substâncias presentes no lodo que podem ser nutrientes para as plantas devem ser consideradas, de modo que a taxa de aplicação calculada não ultrapasse a necessidade da cultura para nenhuma substância.

9.1.2 Taxa de aplicação em função da capacidade de elevação de pH do solo

Caso o lodo seja estabilizado pelo método de Estabilização Alcalina Prolongada - EAP, a taxa de aplicação deverá se basear na capacidade de o lodo estabilizado neutralizar a acidez do solo. Para tanto, deverá ser determinado, em laboratório, o poder de neutralização- PN do lodo estabilizado e a taxa de aplicação deverá ser calculada utilizando o método de saturação de bases (V%), observando a recomendação de calagem para a cultura receptora preconizada pelo Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) ou o documento que vier a alterá-lo ou substituí-lo. O pH do solo na área de aplicação deverá ser mantido entre 5,5 e 7. (RAIJ et al, 1997).

9.2 Cálculo para Verificação de Aporte de Substâncias Químicas de Interesse, no Solo a cada Aplicação

Após o cálculo da taxa de aplicação de acordo com os critérios do **item 9.1**, o menor valor obtido deverá ser submetido à verificação de aporte das substâncias químicas de interesse no solo, a qual deverá ser realizada conforme sequência de ações apresentada a seguir e ilustrada na **Figura 1** desta Norma.

9.2.1 A primeira ação consiste no cálculo do teor de referência no solo (TRS) para cada uma das substâncias químicas de interesse, em kg/ha, o qual deverá ser obtido por meio da seguinte equação:

$$\text{TRS} = 2,6 \times \text{TS}$$

Em que:

- TRS: Teor de referência no solo para cada uma das substâncias químicas de interesse, em kg/ha;
- TS: Teor da substância no solo, em mg/kg, o qual pode ser o TS_i , quando se tratar do teor inicial da substância no solo, TS_a , quando for obtido na avaliação realizada no solo, ou TS_m , quando for obtido no monitoramento do solo;
- 2,6: Constante obtida pela multiplicação de 10^{-6} pela quantidade de solo por hectare equivalente a 2.600.000 kg/ha (considerando a camada arável de 20 cm de profundidade e a densidade do solo de 1.300 kg/m³).

9.2.2 Para cada uma das substâncias químicas de interesse, o Teor de Referência no Solo (TRS) deverá ser comparado ao Valor Máximo de Aporte (VMA) admissível no solo constante da **Tabela 5**, em kg/ha, que foi obtido por meio da mudança de unidade dos Valores de Prevenção estabelecidos na Decisão de Diretoria nº 256/2016/E, por meio da seguinte equação:

$$\text{VMA (kg/ha)} = 2,6 \times \text{VP (mg/kg)}:$$

- caso se verifique que o teor de referência no solo (TRS) de qualquer uma das substâncias químicas de interesse é igual ou maior que o seu respectivo VMA, esta área não deverá ser utilizada para a aplicação desse lodo;
- caso se verifique que o TRS de todas as substâncias químicas de interesse é menor que o seu respectivo VMA, poderá ser dada continuidade ao procedimento de verificação de aporte por meio do cálculo do Aporte Teórico (AT) e do Aporte Possível (AP) de cada substância, conforme equações dos **itens 9.2.3 e 9.2.4**, e das ações subsequentes apresentadas no fluxograma que está após o **item 9.2.8** desta Norma.

Tabela5 - Valores máximos de aporte (VMA)de substâncias químicas de interesse, admissíveis no solo pela aplicação do lodo

Substância química de interesse	Valor máximo admissível (kg/ha)
Arsênio	39
Bário	312
Cádmio	3,3
Chumbo	187
Cobre	156
Cromo	195
Mercúrio	1,3
Molibdênio	13
Níquel	78
Selênio	3,1
Zinco	223

Fonte: CETESB (2021)

9.2.3 O cálculo do valor do AT para cada uma das substâncias químicas de interesse, em kg/ha, deverá ser obtido, para cada aplicação, por meio da seguinte equação:

$$\text{ATn} = \text{TAn} \times \text{Tn} \times 10^{-3}$$

Em que:

n: número da aplicação;

AT: aporte teórico da substância no solo via aplicação do lodo, em kg/ha;

TA: taxa de aplicação, em t/ha, a qual corresponde ao menor valor calculado empregando-se os critérios do **item 9.1**;

T: teor da substância química de interesse no lodo em mg/kg, obtido na caracterização do lote de lodo para a aplicação.

Observação: No caso de substâncias orgânicas voláteis, o valor de T corresponderá ao maior valor obtido na análise das amostras simples.

9.2.4 O cálculo do valor do aporte possível (AP) para cada uma das substâncias químicas de interesse, em kg/ha, deverá ser obtido, para cada aplicação, por meio da seguinte equação:

$$AP_n = VMA - TRS - \sum_{k=1}^{(n-1)} AT_k$$

Em que:

n: número da aplicação;

AP: Valor do aporte possível para cada uma das substâncias químicas de interesse, em kg/ha;

VMA: Valor máximo admissível no solo da substância química de interesse constante da Tabela 5, em kg/ha, ou calculado para outras substâncias conforme descrito no **item 9.2.2**;

TRS: Teor de referência no solo (TRS) para cada uma das substâncias químicas de interesse, em kg/ha, obtido conforme **item 9.2.1**;

2,6: Constante que equivale à quantidade de solo por hectare equivalente a 2.600.000 kg/ha, considerando a camada arável de 20 cm de profundidade e a densidade do solo de 1.300 kg/m³;

$\sum_{k=1}^{(n-1)} AT_k$: somatória dos valores dos aportes teóricos (k) obtidos nos cálculos com as taxas de aplicação anteriores à aplicação n, em kg/ha.

9.2.5 A continuidade do procedimento de verificação de aporte consiste na comparação entre o valor do AT e o valor do AP, devendo ser observadas as seguintes condições:

- caso se verifique que o AT de qualquer uma das substâncias químicas de interesse é igual ou maior que o seu respectivo aporte possível (AP), esta área não deverá ser utilizada para a aplicação deste lodo;
- caso se verifique que o AT de todas as substâncias químicas de interesse é menor que o seu respectivo aporte AP, sendo estes valores teóricos também menores que 80% do AP, o lodo poderá ser aplicado. Para a aplicação subsequente, deverá ser realizado o procedimento de verificação de aporte a partir do cálculo do AT e do AP para a nova aplicação, conforme sequência de ações da **Figura 1**;
- caso se verifique que o AT de todas as substâncias químicas de interesse é menor que o seu respectivo AP, sendo qualquer destes valores teóricos igual ou maior que 80% do AP, o lodo poderá ser aplicado. Para a aplicação subsequente, deverá ser realizada uma avaliação prévia do solo da área de aplicação, de acordo com o **item 2.4 do Anexo C**, e a comparação dos resultados obtidos (TSa) com os respectivos Valores de Prevenção.

9.2.6. Na condição prevista no item 9.2.5., alínea c, deverá ser adotada a sequência de ações a seguir:

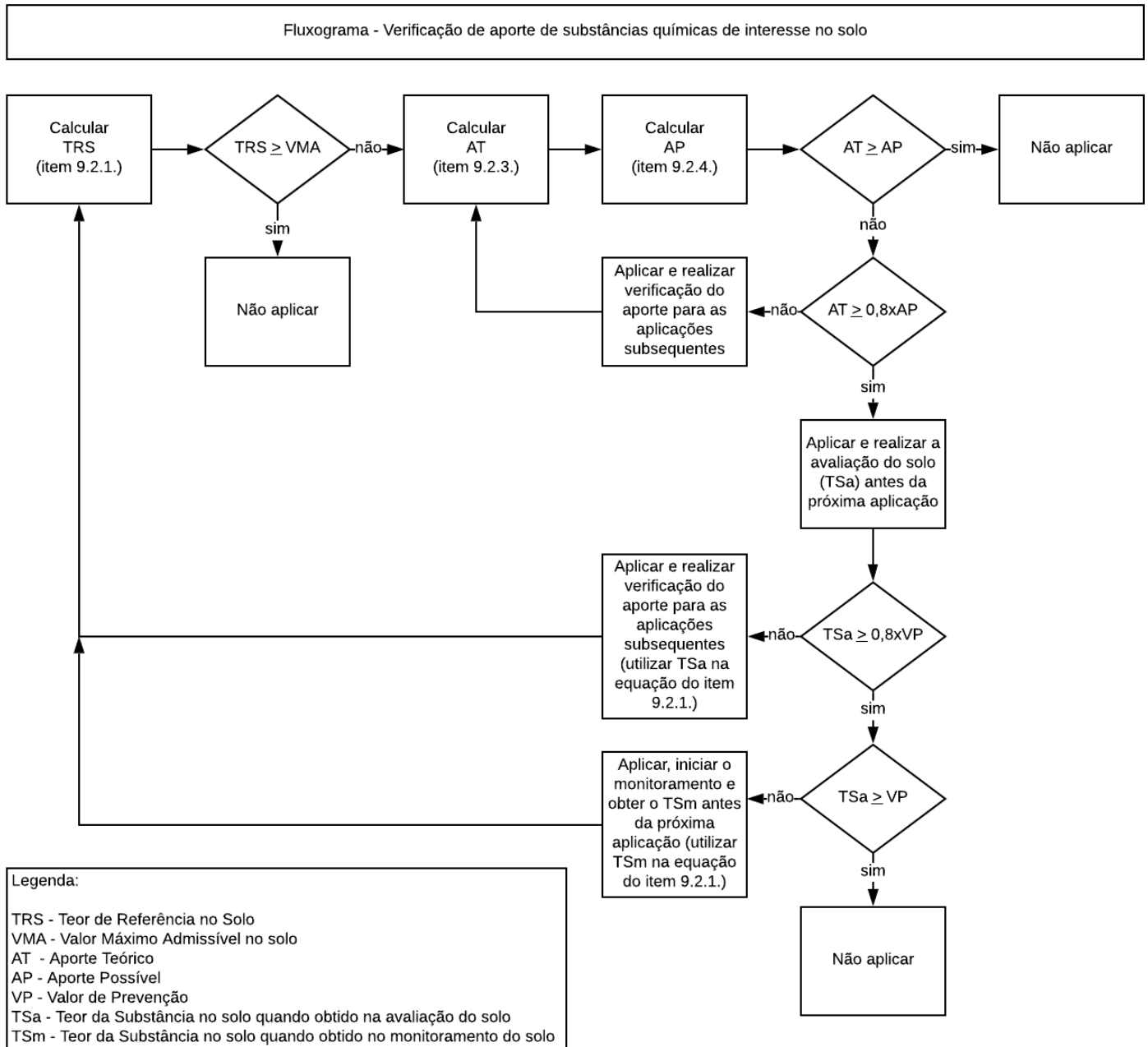
- caso, nesta avaliação do solo da área de aplicação, se verifique que o resultado obtido para os teores (TSa) das substâncias químicas de interesse é menor que 80% dos respectivos Valores de Prevenção, o lodo poderá ser aplicado. Para a aplicação subsequente, deverá ser realizado o procedimento de verificação de aporte o qual se inicia por meio do cálculo do TRS (**item 9.2.1**), utilizando o TSa nesta equação;
- caso, nesta avaliação do solo da área de aplicação, se verifique que o resultado obtido para qualquer um dos teores (TSa) das substâncias químicas de interesse é igual ou maior que 80% do respectivo Valor de Prevenção, porém menor que o Valor de Prevenção, o lodo poderá ser aplicado. Para a aplicação subsequente e as demais, deverá ser realizado o monitoramento do solo obtendo-se os teores (TSm) das substâncias químicas de interesse, sendo que a verificação de aporte deverá se iniciar por meio do cálculo do TRS (**item 9.2.1**), utilizando o TSm nesta equação;

c) caso, nesta avaliação do solo da área de aplicação, se verifique que o resultado obtido para qualquer um dos teores (TSa) das substâncias químicas de interesse é maior ou igual que 80% do respectivo Valor de Prevenção, esta área não deverá ser utilizada para aplicação deste lodo.

9.2.7 Na condição prevista no **item 6.1.2** deverá(ão) ser calculado(s) o(s) valor(es) máximo(s) admissível(is), conforme descrito no **item 9.2.2**, e ser aplicado o estabelecido no **item 9.2**.

9.2.8 O lodo que não puder ser aplicado numa área enquadrada na situação descrita no **item 9.2.6 c**, deverá ser encaminhado para destinação final ambientalmente adequada, incluindo outra área de aplicação apta.

Figura 1 - Fluxograma do cálculo do aporte de substâncias químicas de interesse no solo.



Fonte: CETESB, 2019

10 MONITORAMENTO DA ÁREA DE APLICAÇÃO

O responsável pelo PALES deverá executar o monitoramento da área de aplicação de lodo.

10.1 Monitoramento do Solo

O monitoramento do solo deverá atender às seguintes diretrizes:

10.1.1 As coletas de amostras de solo deverão ser realizadas em cada parcela e atender aos critérios para amostragem descritos no **Anexo D**;

10.1.2 O monitoramento dos parâmetros de fertilidade deverá ser realizado antes de cada aplicação, para todos os parâmetros presentes no **item 6.2.3** desta Norma e, em atendimento ao PALES, conforme **Anexo C** desta Norma.

10.1.3 O monitoramento para substâncias químicas de interesse deverá ser realizado como segue:

- a) a cada 3 aplicações no caso de aplicação no solo de lodos tratados por estabilização alcalina prolongada - EAP;
- b) a cada 5 aplicações de lodo no caso de aplicação no solo de lodos tratados por outros processos;
- c) a cada aplicação, na condição prevista no **item 9.2.6**, alínea b, desta Norma;
- d) a critério da CETESB, em situações específicas.

Observação: Caso ocorram aplicações de ambos os tipos de lodo, conforme as **alíneas a e b**, o monitoramento deverá utilizar a menor frequência proposta.

10.1.4 Os resultados dos monitoramentos do solo deverão constar do ROA, conforme tabelas do **Anexo C**, com a compilação dos resultados em série histórica e comparação com a caracterização do solo.

10.2 Outros Monitoramentos

A critério da CETESB, poderão ser requeridos monitoramentos adicionais, incluindo-se o monitoramento das águas subterrâneas ou de cursos d'água superficiais, que deverão ser apresentados no ROA.

11 DIRETRIZES OPERACIONAIS

Seguem as diretrizes operacionais:

11.1 Diretrizes quanto ao Manuseio e a Aplicação do Lodo

A UGL deverá informar ao Aplicador de lodo, ao transportador de lodo e ao Responsável pela área (se este não for o aplicador de lodo) onde será aplicado o lodo, os cuidados necessários quanto ao manuseio e a aplicação do lodo. Tais cuidados deverão atender, pelo menos, o que está no **item 3.2** do **Anexo C** (PALES). Em quaisquer situações de desconformidade com a execução do PALES, o Responsável da área onde será aplicado o lodo deverá adotar medidas corretivas adequadas e informará CETESB.

11.2 Diretrizes quanto à Estocagem do Lodo

A estocagem de lodo, deve atender as diretrizes dispostas a seguir.

11.2.1 Estocagem de lodo na UGL

É proibida a estocagem de lodo contendo líquidos livres diretamente sobre o solo. Para identificação da presença de líquidos livres, adotar a Norma ABNT NBR 12988:1993.

O lodo contendo líquidos livres só poderá ser armazenado em área com piso impermeabilizado, apresentando caimento adequado para escoamento do percolado, não superior a 5%. O percolado deverá ser coletado em tanque de acumulação e tratado adequadamente;

A estocagem de lodo na UGL, desde o início da formação do lote, não deverá exceder o prazo máximo de 12 (doze) meses para sua destinação para aplicação em solo, podendo esse prazo ser revisto pela CETESB, desde que devidamente justificado.

11.2.2 Estocagem de lodo na propriedade

A estocagem do lodo na propriedade só poderá ocorrer em situações emergenciais, devendo se restringir a um período máximo de 15 (quinze) dias, podendo ser prorrogado até 60 (sessenta) dias, desde que devidamente justificado à CETESB. Neste caso, o local a ser utilizado deverá atender às restrições do **item 7.2**.

11.3 Diretrizes quanto ao Transporte de Lodo

O transporte de lodo da(s) ETE(s) para a UGL e da UGL para as áreas de aplicação poderá ser realizado mediante veículo apropriado ou tubulação.

11.3.1 O transporte de lodo deverá atender às Normas e procedimentos definidos pelos órgãos competentes.

11.3.2 A UGL é responsável pelo procedimento de carregamento e transporte do lodo para o local de aplicação, devendo atender o Anexo G desta Norma.

12 DISPOSIÇÕES FINAIS

Seguem as disposições finais para orientar o fornecimento das informações requeridas para o atendimento desta Norma:

12.1 Resultados Analíticos e Amostragens

As análises e as amostragens, deverão atender, quando for o caso, a Resolução SMA nº 100, de 17 de outubro de 2013 ou outras que vier a substituí-la (SÃO PAULO, 2013).

Os resultados analíticos das amostragens deverão ser apresentados em planilhas MS Excel ou similar, seguindo os modelos desta Norma, quando for o caso, com análise e comentários dos valores obtidos e ser encaminhados para a CETESB, em relatórios em meio digital, atendendo à Decisão de Diretoria 069/2016/P, de 12 de abril de 2016 ou outra que vier a substituí-la (CETESB, 2016).

12.2 Mapas

Os mapas elaborados por exigências desta Norma e da CETESB deverão ser apresentados nas escalas requeridas em cada item em que for solicitado nesta Norma, projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), datum horizontal SIRGAS 2000, juntamente com as coordenadas geográficas para referência, e ser disponibilizados em meio digital no formato *shapefile* e *kmz* ou *kml*. Outras escalas poderão ser aceitas, mediante justificativa técnica.

REFERÊNCIAS

ABNT. **ABNT NBR 10007**: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT. **ABNT NBR 13221**: transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT. **ABNT NBR 12988**: líquidos livres: verificação em amostra de resíduos: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ABNT. **ABNT NBR 16435**: controle de qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

AUSTRALIA. Government of Western. DEC. **Western australian guidelines for biosolids management**. Perth, WA: DEC, 2012. 91 p. Disponível em: <https://www.der.wa.gov.au/images/documents/our-services/approvals-and-licences/western-australian-guidelines-for-biosolids-management-dec-2012.pdf>. Acesso em: fev. 2021.

BRASIL. MMA. CONAMA. **Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Com retificação e revogação posteriores. Publicada originalmente no Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: seção 1: Poder Executivo, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=506>. Acesso em: fev. 2021.

BRASIL.MMA. CONAMA. Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define os critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio sólido em solos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Seção 1, Atos do Poder Executivo, Brasília, DF, ano 158, n. 161, p. 265-269, 21 ago. 2020. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=749>. Acesso em: fev. 2021.

BRASIL.MMA. CONAMA Resolução nº 430, de 13 de maio 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União**: República Federativa do Brasil: Seção 1, Brasília, DF, ano 148, n. 92, p. 89-91, 16 maio 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Com alterações posteriores. Publicada originalmente no Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: seção 1: Atos do Poder Legislativo, Brasília, DF, ano 147, n.147, p. 3-7, 3ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: fev. 2021.

BRASIL. MME.DNPM. Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998. Aprova a metodologia de estudos hidrogeológicos para a definição de área de proteção de fontes, balneários e estâncias minerais e potáveis de mesa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Seção 1, Brasília, DF, ano 136, n. 150-E, p. 103, 7 ago. 1998. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=07/08/1998&jornal=1&pagina=175&totalArquivos=196>. Acesso em: fev. 2021.

CETESB. Decisão de Diretoria nº 069/2016/P, de 12 de abril de 2016 que dispõe sobre os procedimentos para a apresentação de informações técnicas à CETESB. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: Seção 1: Poder Executivo, São Paulo, v.126, n. 69, p. 60, 14abr. 2016. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-069-2016-P-1-1.pdf>. Acesso em: fev. 2021.

CETESB. Decisão de Diretoria nº 256/2016/E, de 22 de novembro de 2016. Dispõe sobre a aprovação dos “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2016” e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: Seção 1: Poder Executivo, São Paulo, v.126, n. 219, p. 55-56, 24nov. 2016. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/dd256_2016_e_valoresorientadoresdioxinasefuranos2016.pdf. Acesso em: fev. 2021.

ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S.; FERNANDES, F. Disposição do lodo no solo. *In*: ANDREOLI, C.V.; SPERLING, M. Von; FERNANDES, F. (ed.). **Lodo de esgotos**: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: UFMG: SANEPAR, 2001. Cap. 8, p. 319-398. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 6).

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Ed.rev.atual. Campinas: IAC, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106). Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/docs/Boletim_Tecnico_106_rev_atual_2009.pdf. Acesso em: fev. 2021.

FARIA, Marianne F. de *et al.* Persistence of spp. ova in tropical soil cultivated with eucalyptus and fertilized with municipal biosolids. **Journal of Environmental Quality**, v. 46, n. 3, p. 522-527, 2017.

SOUTH CAROLINA. DHEC. **Sludge annual agronomic loading rate worksheet**: (to be completed prior to each application). South Carolina: DHEC, 2014. 1 forms (10 p.). Bureau of Water: wastewaters - NPES. (DHEC 0874). Disponível em: <https://www.scdhec.gov/sites/default/files/Library/D-0874.pdf>. Acesso em: fev. 2021.

ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY (Australia). **South Australian biosolids guidelines for the safe handling, reuse or disposal of biosolids**: draft. Adelaide, SA: EPA, 2009. 93 p. Updated Apr. 2017. Disponível em: https://www.epa.sa.gov.au/files/4771362_guidelines_biosolids.pdf. Acesso em: fev. 2021

ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY (Australia). **Environmental guidelines**: use and disposal of biosolids products. Sydney South: EPA, 2000. 122 p. (EPA 97/62). Disponível em: <https://www.epa.nsw.gov.au/~media/EPA/Corporate%20Site/resources/water/%20BiosolidsGuidelinesNSW.ashx>. Acesso em: fev. 2021.

FARIA, M. F. **Avaliação da persistência de microrganismos patogênicos em solo cultivado com eucalipto e fertilizado com lodo de esgoto sanitário**. 2015. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136002>. Acesso em: fev. 2021.

HACHICH, E. M.; OLIVEIRA, F. C.; GUERRINI, I. A.; SATO, M. I. Z.; FARIA, M.F.; HARRISON, R. B. A Resolução CONAMA 375/2006, a densidade de agentes patogênicos no lodo de esgoto sanitário e os solos agrícolas: uma relação produtiva ou restritiva. **Saneas**, São Paulo, ano 11, n. 63, p. 41-44, out./dez. 2017. Disponível em: <https://www.aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas63.pdf>. Acesso em: fev. 2021.

KRZYZANOWSKI, Flávio; SOUZA LAURETTO, Marcelo de; NARDOCCI, Adelaide Cássia; SATO, Maria Inês Zanolli, RAZZOLINI, Maria Tereza Pepe. Assessing the probability of infection by Salmonella due to sewage sludge use in agriculture under several exposure scenarios for crops and soil ingestion. **Science of the Total Environment**, Exeter, UK, v. 568, p. 66-74, Oct. 2016.

MAGALHÃES, Thiago de Brito. **Uso agrícola de bio sólidos**: análise crítica da resolução CONAMA 375/2006 na perspectiva de avaliação de risco microbiológico. 2012. 202 p. Dissertação (Magister Scientiae) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, 2012. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3782>. Acesso em: fev. 2021.

NEW ZEALAND WATER AND WASTES ASSOCIATION. **Guidelines for the safe application of biosolids to land in New Zealand**. New Zeland: NZWWA, 2003. 183 p. Disponível em: https://www.waternz.org.nz/Folder?Action=View%20File&Folder_id=101&File=biosolids_guidelines.pdf. Acesso em: fev. 2021.

POGGERE, Giovana Clarice *et al.* Lodos de esgoto alcalinizados em solos do estado do Paraná: taxa de aplicação máxima anual e comparação entre métodos para recomendação agrícola. **Eng. Sanit. Ambient.** [ESA], São Paulo, v. 17, n. 4, p. 429-438, out./dez. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522012000400010&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: fev. 2021.

RAIJ, B.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 300 p. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/arquivos/Raij_et_al_2001_Metod_Anal_IAC.pdf. Acesso em: fev. 2021.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem no estado de São Paulo**. 2.ed. rev. atual. Campinas: IAC: FUNDAG, 1997. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

SÃO PAULO (Estado). SMA.Resolução SMA nº100/2013, de 17 de outubro de 2013. Regulamenta as exigências para os resultados analíticos, incluindo-se a amostragem, objeto de apreciação pelos órgãos integrantes do Sistema Estadual de Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e Uso Adequado dos Recursos Naturais - SEAQUA.**Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**: Seção 1: Poder Executivo, São Paulo, v.123, n. 200, p. 41, 22out. 2013. Disponível em:<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/legislacao/2013/10/resolucao-sma-100-2013-2/>. Acesso em: fev. 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976**. Aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. São Paulo: Assembléia Legislativa, 1976. Com alterações posteriores. Publicado originalmente no Diário Oficial [do]Estado de São Paulo: Diário do Executivo, São Paulo, ano 86, n. 171, p. 4, 9 set. 1976. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/62153>. Acesso em: fev. 2021

SATO, M. I. Z.; NARDOCCI, A. C.; HACHICH, E. M.; GONZALEZ, M. I. J. N.; LAURETTO, M. S.. Avaliação de risco por enterovírus na aplicação de lodo de esgoto na agricultura. *In*: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE BÍOSSÓLIDOS, 7., 2010, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: IAC, 2010. 1 CD.

USEPA. **Code of Federal Regulations** [CFR]: title 40 Protection of environment: part 503 Standards for the use and disposal of sewage sludge. United States: EPA, v. 32, July 2018. 40 CFR Part 503. Disponível em: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2018-title40-vol32/xml/CFR-2018-title40-vol32-part503.xml>. Acesso em: fev. 2021.

USEPA. **A plain english guide to the EPA Part 503 biosolids rule**. Washington, DC: EPA, 1994. 183 p. (EPA/832/R/93/003). Disponível em:<https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-12/documents/plain-english-guide-part503-biosolids-rule.pdf>. Acesso em: fev. 2021.

USEPA. **Environmental regulations and technology**: control of pathogens and vector attraction in sewage sludge: (including domestic septage) under 40 CFR part 503. Revised. Cincinnati, OH, 2003. 186 p. (EPA 625/R 92/013 1992). Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-04/documents/control_of_pathogens_and_vector_attraction_in_sewage_sludge_july_2003.pdf. Acesso em: fev. 2021.

USEPA. **SW 846 compendium**: test methods for evaluating solid waste: physical/chemical methods. Washington, DC: EPA, 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/hw-sw846>. Acesso em: fev. 2021.

PIRES, A.M.M.; ANDRADE, C.A. **Recomendação de dose de lodo de esgoto**: a questão do nitrogênio. Jaguariúna, SP: EMBRAPA, 2014.8 p. (EMBRAPA Meio Ambiente.Comunicado Técnico, 52).ISSN 1516-8638. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1004771/recomendacao-de-dose-de-lodo-de-esgoto-a-questao-do-nitrogenio>. Acesso em: fev. 2021.

...//Anexo A

ANEXO A**Processos para Redução de Agentes Patogênicos e Atratividade de Vetores**

A descrição dos processos de redução de patógenos e atratividade de vetores apresentados a seguir foi baseada no estabelecido pela United States Environmental Protection Agency (USEPA) conforme 40 CFR Part 503 - Appendix B, Federal Register, de 19 de fevereiro de 1993 (USEPA, 1993) e encontram-se nas **Tabelas 1 e 2**, respectivamente.

Tabela 1 - Processos de redução de patógenos para atender aos requisitos de qualidade do lodo

(continua)

PROCESSO	REQUISITOS			
	Regime	Aplicação	Requisitos mínimos	Equações
Alternativa 1 Lodo tratado por um dos quatro regimes (A, B, C e D apresentados ao lado) de tempo (T em dias) e temperatura (t em °C). O período de tempo associado a determinado valor de temperatura deve ser determinado por meio das equações para cada regime apresentadas, na última coluna essa tabela, devendo-se respeitar os requisitos mínimos de tempo e temperatura para cada regime especificados na quarta coluna desta tabela.	A	Lodo com teor de ST igual ou maior que 7% (exceto aqueles atendidos pelo regime B)	A temperatura do lodo deverá ser maior ou igual a 50°C ou o tempo de processo maior ou igual a 20 minutos.	$T = \frac{131700000}{10^{0,14t}}$
	B	Lodo com ST igual ou maior que 7%, na forma de pequenas partículas, aquecido por meio do contato entre gases ou líquidos imiscíveis.	A temperatura do lodo deverá ser maior ou igual a 50°C ou o tempo de processo maior ou igual a 15 segundos.	$T = \frac{131700000}{10^{0,14t}}$
	C	Lodo com teor de ST menor que 7%	Aquecido por, no mínimo, 15 segundos até no máximo por 30 minutos.	$T = \frac{131700000}{10^{0,14t}}$
	D	Lodo com teor de ST menor que 7%	A temperatura do lodo deverá ser maior ou igual a 50°C ou o tempo de processo maior ou igual a 30 minutos.	$T = \frac{50070000}{10^{0,14t}}$
Alternativa 2 Lodo tratado por processos que proporcionem valores elevados de pH e temperatura.	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 por exposição ao ar, no caso de materiais que permaneçam com teor de ST maior que 50%, após o período de 72 horas da mistura do material alcalino.			

Tabela 1 - Processos de redução de patógenos para atender aos requisitos de qualidade do lodo (conclusão)

PROCESSO	REQUISITOS
<p>Alternativa 3</p> <p>Lodo tratado em processos de regime de tempo</p> <p>X</p> <p>Temperatura ou de pH e temperatura elevados que não atendem os requisitos descritos nas alternativas 1 e 2.</p>	<p>Esta alternativa depende da validação do processo de tratamento, devem-se documentar as condições de operação que garantam a redução de patógenos com a obtenção de lodo tratado com densidade de $\leq 0,25$ ovos viáveis de helmintos/g de ST e $\leq 0,25$ UFP ou UFF de vírus entéricos/g de ST.</p> <p>Demonstrada essa condição, os parâmetros de controle operacional do processo de tratamento podem ser utilizados como indicadores da produção de lodo, não sendo mais necessário caracterizar o lodo tratado em termos de ovos de helmintos e vírus entéricos. A validação do processo de tratamento deverá ser submetida à aprovação da CETESB.</p>
<p>Alternativa 4</p> <p>Lodo tratado em processos não especificados</p>	<p>Essa alternativa requer que o lodo seja testado para patógenos - <i>Salmonella</i> sp, <i>Escherichia coli</i>, vírus entéricos e ovos viáveis de helmintos na caracterização do lote. Todos os lotes devem ser testados quanto à ausência de patógenos.</p>
<p>Alternativa 5:</p> <p>Lodo tratado em um dos processos de redução adicional de patógenos, listados na coluna ao lado</p>	<p>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 processamento);</p> <p>b) secagem térmica direta ou indireta para reduzir o teor de água no lodo a 10% ou menos, devendo a temperatura das partículas de lodo superar 80°C ou a temperatura de bulbo úmido de gás, em contato com o lodo, no momento da descarga do secador, ser superior a 80°C;</p> <p>c) tratamento térmico pelo aquecimento do lodo, na forma líquida, a 180°C, no mínimo, durante um período de 30 minutos;</p> <p>d) digestão aeróbia termofílica a ar ou oxigênio, com tempos de residência de 10 dias, sob temperaturas de 55 a 60°C;</p> <p>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;</p> <p>f) processos de pasteurização, pela manutenção do lodo a uma temperatura mínima de 70°C, por um período de pelo menos 30 minutos.</p>
<p>Alternativa 6:</p> <p>Lodo tratado em um processo equivalente a um processo de redução adicional de patógenos.</p>	<p>O lodo é tratado por um outro processo, comprovadamente equivalente a um processo de redução adicional de patógenos e aceito pela CETESB.</p>

Fonte: U.S. EPA (1994)

Tabela 2 - Critérios para redução de atratividade de vetores para uso de lodo, em solos

(continua)

<p>I. Fração orgânica do lodo estabilizada, o que deve ser comprovado por uma relação entre sólidos voláteis e sólidos totais inferior a 0,70, tendo o lodo sido proveniente de um dos seguintes processos de tratamento do esgoto sanitário:</p> <p>a) reator tipo UASB (reator de fluxo ascendente e manta de lodo);</p> <p>b) filtro anaeróbio;</p> <p>c) lagoas de estabilização;</p> <p>c) lodos ativados com idade do lodo igual ou superior a 18 dias, ou relação A/M igual ou inferior a 0,15 kg DBO₅/kg SSVTA;</p> <p>e) digestão aeróbia e anaeróbia e estabilização química do lodo, de acordo com as Normas técnicas vigentes; e</p> <p>f) sistemas alagados construídos.</p>	
<p>II. Lodo ser proveniente de um dos processos e atende um dos seus respectivos critérios, descritos a seguir:</p>	
<p>a) Processos de digestão anaeróbia</p>	<p><i>Critério 1:</i> 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 afluentada digestão anaeróbia}, com a sua concentração no lodo pronto para uso ou destinação final.</p> <p><i>Critério 2:</i> caso a redução de 38% de SV do lodo 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, 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) Processos de digestão aeróbia</p>	<p><i>Critério 1:</i> 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 pronto para uso ou destinação final.</p> <p><i>Critério 3:</i> caso a redução de 38% de SV do lodo não seja atingida, após o mesmo ser submetido a um processo de digestão aeróbia, e o lodo possuir uma concentração de matéria seca (MS) inferior a 2%, o processo adotado será aceito apenas se em escala de laboratório a mesma amostra de lodo, após um período adicional de 30 dias de digestão, com temperatura mínima de 20 °C, apresentar uma redução de SV menor que 15%;</p> <p><i>Critério 4:</i> após o período de digestão, a taxa específica de consumo de oxigênio (SOUR - <i>Specific Oxygen Uptake Rate</i>) deve ser menor ou igual a 1,5 mg O₂/[hora x grama de sólidos totais (ST)] a 20°C.</p> <p><i>Critério 5:</i> 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>

Tabela 2 - Critérios para redução de atratividade de vetores para uso de lodo, em solos

(conclusão)

II. Lodo ser proveniente de um dos processos e atende um dos seus respectivos critérios, descritos a seguir:	
c) Processo de compostagem	<i>Critério 5:</i> 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.
d) Processo de estabilização química	<i>Critério 6:</i> a uma temperatura de 25°C, a quantidade de álcali misturada com o lodo, 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) Processos de secagem	<p><i>Critério 7:</i> relacionado à secagem com ventilação forçada ou térmica para lodos de esgoto que não recebeu adição de lodos primários brutos -após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 75% ST, sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não é aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais.</p> <p><i>Critério 8:</i> relacionado à secagem por aquecimento ou ao ar, para lodos de esgoto que recebeu adição de lodos primários brutos após o processo de secagem, a concentração de sólidos deve alcançar no mínimo 90% ST, sem que haja mistura de qualquer aditivo. Não se aceita a mistura com outros materiais para alcançar a porcentagem exigida de sólidos totais.</p>

Fonte: U.S. EPA (1994)

...//AnexoB

ANEXO B

Roteiro para Elaboração de Projetos de Aplicação de Lodos em Solo (PALES)

O PALES deverá conter, minimamente, os itens descritos neste anexo e ser elaborado por profissional devidamente habilitado, com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Antes do início da destinação do lodo para aplicação em solo, a UGL deverá informar o início das operações à CETESB, disponibilizando o PALES no meio digital, na UGL e na propriedade onde o lote de lodo for aplicado.

1 IDENTIFICAÇÃO DA(S) ETE(S) E UGL E ANÁLISE DO LODO

A identificação da(s) ETE(s) e da UGL deverá constar do PALES conforme modelo da **Tabela C1 - Informações gerais da ETE e UGL**, e a análise do lodo por meio da **Tabela C2 - Análise do Lodo**.

TABELA C1 - INFORMAÇÕES GERAIS DA ETE e UGL	
Identificação da(s) ETE(s) de origem do lodo	
Endereço(s)	
Sistema de tratamento de esgoto da(s) ETE(s)	
Identificação da UGL	
Endereço	
Coordenadas UTM	Norte
	Leste
Quantidade de lodo tratado na UGL (t/ano em base seca)	
Quantidade de lodo tratado destinado para aplicação em solo (t/ano em base seca)	
Tipo de tratamento para estabilização do lodo	

Fonte: CETESB (2021)

TABELA C2 - ANÁLISE DO LODO		
Identificação do lote		
Número da(s) parcela(s) de destino		
PARÂMETROS		
POTENCIAL AGRONÔMICO		
Carbono orgânico	mg/kg	
Fósforo total	mg/kg	
Nitrogênio Kjeldahl ou nitrogênio total	mg/kg	
Nitrogênio amoniacal	mg/kg	
Nitrato e nitrito	mg/kg	
pH em água (1:10)	mg/kg	
Potássio total	mg/kg	
Sódio total	mg/kg	
Enxofre total	mg/kg	
Cálcio total	mg/kg	
Magnésio total	mg/kg	
Umidade	%	
Sólidos voláteis e totais	%	
Poder de neutralização (EAP)	%	
SUBSTÂNCIAS INORGÂNICAS		
Arsênio	mg/kg	
Bário	mg/kg	
Cádmio	mg/kg	
Chumbo	mg/kg	
Cobre	mg/kg	
Cromo	mg/kg	
Mercúrio	mg/kg	
Molibdênio	mg/kg	
Níquel	mg/kg	
Selênio	mg/kg	
Zinco	mg/kg	
OUTRAS SQIs	unidade	

Fonte: CETESB (2021)

2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA(S) PROPRIEDADE(S) E PARCELA(S) DE APLICAÇÃO

Todas as parcelas selecionadas para aplicação de lodo deverão estar em conformidade com o **item 7.2** desta Norma. A caracterização destas parcelas deverá conter os itens a seguir, conforme **Tabela C3** - Identificação das áreas de aplicação de lodo do **item 4** deste anexo.

2.1 Informações da(s) propriedade e parcela(s) de aplicação

Para cada propriedade, deverá ser informado:

- a) nome da propriedade, dimensões totais e localização, dados do proprietário (nome e endereço);
- b) identificação das parcelas, suas dimensões e coordenadas;
- c) culturas agrícolas praticadas, sua época de plantio e período estimado de demanda do lodo.

Observação 1: Para fins de localização, poderá ser apresentado um texto descritivo sobre o roteiro de acesso ao local, incluindo croqui.

Observação 2: A nomenclatura atribuída para as parcelas deverá ser mantida em todos os documentos ao longo do tempo.

2.2 Declaração de Anuência

O Aplicador de lodo deverá atender ao que estabelece ao **item 7.1** quanto às Declarações, conforme **Anexo E** desta Norma, antes de cada aplicação.

2.3 Descrições e mapeamentos

Deverá ser elaborado texto e mapa com as devidas coordenadas geográficas (UTM), na escala 1:10.000, e/ou superior, indicando, em planta planialtimétrica, as informações da propriedade com as parcelas para aplicação do lodo e seu entorno. As plantas deverão abranger até 500 m dos limites da propriedade, com a descrição dos seguintes elementos:

- a) localização e descrição dos acessos à propriedade;
- b) delimitação e identificação de todas as parcelas;
- c) indicação da cultura agrícola em cada parcela que será utilizada para a aplicação;
- d) indicação das taxas de aplicação em t/ha por parcela, com intervalos de aplicação diferenciados por cores, a cada 5 t/ha;
- e) local de armazenamento emergencial do lodo na propriedade;
- f) localização dos pontos de amostragem do solo para caracterização, avaliação e monitoramento;
- g) localização de nascentes, olhos d'água, corpos d'água, lagoas, lagos, reservatórios, captações, poços de abastecimento de água vegetação nativa remanescente;
- h) áreas com restrições definidas nos **itens 7.2 e 7.3** desta Norma e outras restrições locais e regionais onde estiver a área, tais como, zoneamento urbano, regional, áreas de proteção de mananciais superficiais e subterrâneos;
- i) descrição da vizinhança com localização das residências.

2.4 Caracterização do solo da(s) parcela(s) de aplicação de lodo

A caracterização do solo da(s) parcelas(s) de aplicação deverá ser realizada com base no que segue, atendendo os critérios de amostragem do **Anexo D** desta Norma.

2.4.1 Fertilidade

O solo deverá ser caracterizado previamente a primeira aplicação de lodo e a cada aplicação subsequente, em todas as parcelas receptoras, considerando as culturas agrícolas praticadas, o período de demanda para o lodo, épocas de preparo do solo e plantio.

A caracterização deverá conter a análise granulométrica do solo, para classificação da textura e a análise da fertilidade do solo conforme metodologias descritas no **Manual de análise química para avaliação dos solos tropicais** (RAIJ; ANDRADE; CANTARELLA; QUAGGIO, 2001) ou outros que vierem a substituí-lo para os seguintes parâmetros:

- a) pH;
- b) matéria orgânica (g/dm³);
- c) fósforo (mg/dm³);
- d) potássio (mmol_c/dm³);
- e) cálcio (mmol_c/dm³);
- f) magnésio (mmol_c/dm³);
- g) acidez potencial (H+Al) (mmol_c/dm³);
- h) soma de bases (SB) (mmol_c/dm³);
- i) capacidade de troca catiônica (CTC) (mmol_c/dm³);
- j) porcentagem de saturação em bases (V %);
- k) sódio trocável (mmol_c/dm³);
- l) enxofre (mg/dm³);
- m) condutividade elétrica (μS/cm).

2.4.2 Substâncias químicas de interesse

O solo deverá ser analisado previamente à primeira aplicação de lodo em todas as parcelas e nas condições previstas nos **itens 9.2 e 10** desta Norma.

2.4.3 Apresentação dos resultados

Os resultados deverão estar disponíveis no formato de planilha conforme modelo da Tabela C4 - "Caracterização do Solo das áreas de aplicação" constante do **item 4** deste Anexo, sem prejuízo da entrega dos boletins analíticos correspondentes a cada parcela de aplicação.

2.4.4 Após as análises de caracterização do solo, deverá ser verificada a viabilidade do prosseguimento com o projeto de aplicação de lodo na(s) parcela(s) selecionada(s), conforme o **item 7.4** desta Norma.

3 GERENCIAMENTO DA APLICAÇÃO DO LODO

Deverá ser apresentado o cronograma de aplicação do lodo contendo descrição da sequência da aplicação, e informando períodos previstos para a aplicação ao longo do ano, ou intervalos superiores, de acordo com a cultura.

3.1 Determinação da taxa de aplicação

A determinação da Taxa de Aplicação deverá atender aos critérios e procedimentos a seguir.

3.1.1 A taxa de aplicação deverá ser calculada observando os critérios descritos no **item 9.1** desta Norma. O menor valor obtido deverá ser submetido à verificação de aporte de substâncias químicas de interesse no solo de acordo com os critérios do **item 9.2**, para avaliar a viabilidade do prosseguimento com o projeto de aplicação de lodo na(s) parcela(s) selecionada(s).

3.1.2 Os resultados obtidos deverão ser tabulados conforme modelo da **Tabela C5** - "Taxas de Aplicação" (**item 4** deste Anexo).

3.1.3 O PALES também deverá conter a memória de cálculo da(s) taxa(s) de aplicação e do aporte de substâncias químicas de interesse no solo, conforme **item 9.2** desta Norma.

3.2 Recomendações quanto ao manuseio e aplicação do lodo

O responsável pela elaboração do PALES deverá orientar o Aplicador de lodo, pelo menos, quanto aos seguintes critérios para manuseio e aplicação do lodo:

- a) demarcar claramente os limites da(s) parcela(s) de aplicação de lodo e as restrições de uso desta(s), durante o processo de aplicação;
- b) manter manejo uniforme em cada parcela;
- c) manter práticas adequadas de conservação de solo e água;
- d) tomar medidas de modo a proteger a mata ciliar existente;
- e) após um evento igual ou superior a 12,5 mm de chuva, deverá ser respeitado um intervalo de 24 (vinte e quatro) horas antes de qualquer aplicação;
- f) evitar a aplicação manual de lodo;
- g) orientar proteção individual conforme legislação trabalhista e utilizar equipamento adequado e regulado de forma a garantir a taxa de aplicação prevista no projeto;
- h) evitar a realização de cultivo ou outro trabalho manual na área que recebeu o lodo, por um período de 30 (trinta) dias após a aplicação;
- i) devem ser evitados problemas de odor e outros incômodos;
- j) efetuar a incorporação do lodo no solo, sempre que possível, imediatamente após a sua aplicação, tendo em vista o melhor aproveitamento dos nutrientes presentes no mesmo;
- k) atender as diretrizes de estocagem do lodo na propriedade estabelecidas no **item 11.2.2.** desta Norma.

5 TABELAS PARA PREENCHIMENTO DO PALES

Seguem os modelos das tabelas que devem ser utilizadas para o PALES

TABELA C3									
INFORMAÇÕES DA(S) PROPRIEDADE(S) E DA(S) PARCELA(S) DE APLICAÇÃO DE LODO									
Identificação da Propriedade	Dimensão total (ha)	Localização / endereço	Proprietário	Endereço	nº da parcela	Dimensão da Parcela	Coordenadas Ponto Central UTM		Cultura
							Norte	Leste	

TABELA C4																														
CARACTERIZAÇÃO DO SOLO DAS PARCELAS DE APLICAÇÃO																														
IDENTIFICAÇÃO DA PARCELA DE APLICAÇÃO				FERTILIDADE											SUBSTANCIAS QUIMICAS DE INTERESSE (mg/kg)															
IDENTIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE	Nº da Parcela	DIMENSÃO (ha)	Cultura	Data da análise	Classificação granulométrica	Classe de solo	pH	M.O. (g/dm ³)	P (mg/dm ³)	K (mmol/dm ³)	Ca (mmol/dm ³)	Mg (mmol/dm ³)	Acidez Potencial H + Al (mmol/dm ³)	CTC (mmol/dm ³)	SB (mmol/dm ³)	V%	Na (mmol/dm ³)	Enxofre (mg/dm ³)	Arsênio	Bário	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdênio	Níquel	Selênio	Zinco	Outros....

TABELA C5																				
TAXAS DE APLICAÇÃO																				
Identificação da parcela de aplicação				Aplicações		Taxa de aplicação calculada (t/ha)			Aporte de substâncias químicas de interesse (kg/ha)											
Identificação da propriedade	Nº da Parcela	Dimensão (ha)	Cultura	Número da aplicação	Taxa de aplicação	Nitrogênio Disponível	Outros nutrientes (P, K, S)	Capacidade de elevação pH	Arsênio	Bário	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercurio	Molibdênio	Níquel	Selênio	Zinco	Outros....

Fonte: CETESB (2021)

...//Anexo C

ANEXO C
Declarações

MODELO 1 - Declaração de Anuência pelo Aplicador de Lodo

No caso de o PALES ser elaborado pela UGL ou pelo Responsável da área, o Plano deverá conter esta Declaração, devidamente preenchida e assinada pelo Aplicador de Lodo.

Declaração de Anuência do Aplicador de Lodo	
Telefone/e-mail: _____	
<p>Eu (Aplicador de lodo), _____,</p> <p>RG nº _____</p> <p>localizado (endereço) _____,</p> <p>comprometo-me a seguir as orientações constantes do PALES elaborado pela UGL _____, para aplicação de lodo na propriedade _____, do proprietário da (sítio, fazenda, etc.) _____,</p> <p>localizada (endereço) _____, coordenadas geográficas (UTM) _____.</p>	
<p>_____</p> <p>Nome e assinatura do Aplicador de Lodo</p> <p>Data: _____</p>	

Fonte: CETESB (2021)

MODELO 2 - Declaração de Anuência pelo Responsável da Área onde será aplicado o Lodo

No caso de o PALES ser elaborado pela UGL ou pelo Aplicador, o Plano deverá conter esta Declaração, devidamente preenchida e assinada pelo Responsável da área onde será aplicado o lodo (se o Responsável da área não for o Aplicador).

Declaração de Anuência do Responsável da área onde será aplicado o lodo
Telefone/e-mail: _____
<p>Eu (Responsável pela área onde será aplicado o lodo), _____, RG nº _____, responsável pela área onde será aplicado o lodo da (sítio, fazenda, etc.) _____, localizada (endereço) _____, coordenadas geográficas (UTM) _____, concordo com a aplicação de lodo na área a qual sou (proprietário, responsável, arrendatário), comprometendo-me a seguir as orientações constantes do PALES elaborado pela UGL _____</p> <p>_____</p> <p>Nome e assinatura do Responsável pela área onde será aplicado o lodo</p> <p>Data: _____</p>

Fonte: CETESB (2021)

MODELO 3 - Declaração de Garantia de Qualidade

No caso de o PALES ser elaborado pelo Responsável da área onde será aplicado o lodo (se Responsável da área não for o Aplicador) ou pelo Aplicador, o plano deverá conter a concordância da UGL atestada por esta Declaração, devidamente preenchida e assinada

<p>Eu (Responsável técnico da UGL), _____, RG nº _____, responsável técnico da UGL _____, localizada (endereço) _____, concordo em fornecer lodo, para aplicação na propriedade localizada (endereço) _____, coordenadas geográficas (UTM)____, tal como estabelecido no PALES, comprometendo-me a seguir as orientações da Norma CETESB P4.230 de 2019 e as demais Normas legais vigentes.</p>
<p>_____</p> <p>Nome e assinatura do Responsável da UGL</p> <p>Data: _____</p>

Fonte: CETESB (2021)

MODELO 4 - Declaração de Ciência do Proprietário da Área Onde será aplicado o Lodo

Declaração de Ciência do Proprietário da área onde será aplicado o lodo
<p>Eu , _____, RG nº _____, proprietário da área onde será aplicado o lodo da (sítio, fazenda, etc.) _____, localizada (endereço) _____, coordenadas geográficas (UTM)____, concordo com a aplicação de lodo na minha propriedade.</p>
<p>_____</p> <p>Nome e assinatura do Proprietário</p> <p>Data: _____</p>

Fonte: CETESB (2021)

...//Anexo D

ANEXO D

Critérios para Amostragem de solo, Lodo e Efluentes

As coletas de amostras e as análises laboratoriais do lodo e solo deverão ser realizadas de acordo com Normas nacionais ou internacionais mais recentes, publicadas por entidades tais como Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 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.

1 AMOSTRAGEM DE SOLO

O número de amostras de solo deverá ser representativo da área total de cada parcela avaliada. A área de aplicação deverá ser subdividida em parcelas de, no máximo, 20 hectares cada, considerando a posição topográfica, o tipo de solo, o tipo de cultura e o histórico de manejo e de disposição de lodo. Em relação ao local da amostragem, deverá ser observado o seguinte critério:

- a) Para culturas perenes, a amostragem deverá ser efetuada nas faixas de adubação;
- b) Para culturas anuais, a amostragem deverá ser efetuada, aleatoriamente, em “zigue-zague”, em toda a área;
- c) A delimitação das parcelas e os locais de coleta das sub-amostras deverão ser plotados em mapa contendo as parcelas, conforme descrito no **Anexo C** desta Norma, com as coordenadas geográficas registradas.

1.1 Parâmetros a serem analisados

Em função dos parâmetros a serem analisados, a amostragem deverá ser executada conforme a seguir:

1.1.1 Para substâncias *não voláteis*, as amostras deverão ser compostas, para cada parcela, sendo que:

- a) Para a profundidade de 0-20 cm, deverão ser coletadas 10 sub-amostras formando uma amostra composta;
- b) Para a profundidade de 20-40 cm, deverão ser coletadas 10 sub-amostras formando uma amostra composta;

Observação: As sub-amostras de mesma profundidade deverão ser colocadas em um recipiente de material inerte para posterior homogeneização.

1.1.2 Para substâncias semi-voláteis ou voláteis, as amostras deverão ser simples, devendo ser coletadas 5 amostras por parcela na profundidade de 0 - 20 cm.

Observação: Outras profundidades de coleta poderão ser exigidas a critério da CETESB.

1.1.3 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

A amostragem do lodo para sua caracterização, avaliação ou monitoramento quanto às substâncias químicas de interesse e ao potencial agronômico, nas diferentes etapas do licenciamento ambiental da UGL, deverá considerar as diretrizes e procedimentos da ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004) e da ABNT NBR 16435 (ABNT, 2015), (no caso de compostos orgânicos voláteis quando pertinente na análise do

lodo segundo critérios do item 6.1.2. Na Tabela D1 são sugeridos locais de coleta de lodos, com sua respectiva descrição, submetidos a diferentes processos de tratamento.

Tabela D1 - Pontos de Coleta para amostragem de lodo

Tipo de tratamento	Ponto de Amostragem
Digestão anaeróbica	Coletar a amostra no ponto de tomada no lado de descarga das bombas de deslocamento positivo.
Digestão aeróbica	Coletar a amostra no ponto de tomada na linha de descarga da bomba (recalque). Se a digestão for por batelada, coletar a amostra diretamente do digestor.
Adensador	Coletar a amostra no ponto de tomada ao lado da descarga da bomba de deslocamento positivo.
Tratamento por calor	Coletar a amostra no ponto de tomada ao lado de descarga da bomba de deslocamento positivo. Cuidados devem ser tomados durante a amostragem de lodo submetido a tratamento térmico, por conta da alta tendência para separação dos sólidos e dos problemas causados pelas altas temperaturas da amostra (> 60 °C) em certos tipos de frascos de coleta devido ao resfriamento e subsequente contração de gases arrastados.
Deságue, secagem, compostagem, ou redução térmica	Coletar a amostra na esteira transportadora e no container a granel (silo/bag). Coletar amostras de vários locais e profundidades dentro da massa do lodo de esgoto.
Deságue por filtro prensa com correia, centrifugação, filtro prensa á vácuo.	Coletar a amostra da esteira de descarga.
Deságue por pressão (placas ou "frame")	Coletar a amostra na área de armazenamento; selecionar 4 pontos na área de armazenamento. Coletar quantidade igual de amostra de cada ponto e compor a amostra.
Deságue por leito de secagem	Dividir o leito em quadrantes, coletar quantidades iguais de amostra do centro de cada quadrante e combinar para formar uma amostra composta de todo o leito de secagem. Cada amostra composta deve incluir a profundidade completa do lodo de esgoto contido no leito de secagem.
Compostagem	Coletar amostra diretamente das carregadeiras, enquanto o lodo de esgoto está sendo transportado ou estocado poucos dias antes do uso.

Fonte:CETESB (2021)

2.1 Substâncias químicas de interesse e Potencial agrônômico

A amostragem de lodo para substâncias químicas de interesse e Potencial agrônômico deverão atender às diretrizes que seguem:

2.1.1 Plano de Gerenciamento de Lodo da UGL (PG-UGL) - Caracterização do lodo gerado na(s) ETE(s)

A caracterização do lodo para o PG-UGL, com vistas à determinação de substâncias químicas de interesse, deverá considerar a análise de 1 amostra composta formada por subamostras coletadas a cada 1 h de tratamento do lodo na(s) ETE(s) no período de 24 h, à exceção da determinação de compostos orgânicos voláteis, quando pertinente.

A amostragem do lodo deverá considerar os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004), em função do tipo de acondicionamento do lodo gerado na(s) ETE(s).

Para determinação de compostos orgânicos voláteis, a amostragem do lodo também deverá considerar os procedimentos da ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004), à exceção da mistura, homogeneização e quarteamento das subamostras coletadas, com vistas à obtenção de amostra composta, quando pertinente ao procedimento de amostragem adotado. Nesse caso, a caracterização do lodo deverá considerar a coleta e análise de amostras simples representativas. O número de amostras simples coletadas para investigação de compostos orgânicos voláteis deverá ser representativo do sistema de tratamento na(s) ETE(s) e ser definido pela UGL em função do tipo de acondicionamento do lodo gerado, observando ainda as diretrizes e procedimentos específicos da ABNT NBR 16435 (ABNT, 2015).

2.1.2 Etapa de Verificação da UGL - Avaliação do lodo tratado

A avaliação do lodo na Etapa de Verificação da UGL, com vistas à determinação de substâncias químicas de interesse, deverá considerar a coleta e análise de 1 amostra composta, à exceção da determinação de compostos orgânicos voláteis, para cada campanha de amostragem conforme frequência definida na **Tabela 3** desta Norma, totalizando 4 amostras compostas ao final da Etapa de Verificação.

A amostragem do lodo deverá considerar os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004), em função do processo de tratamento na UGL. Quando o material a ser amostrado estiver disposto em pilha, cada amostra composta deverá ser formada por, pelo menos, 12 subamostras simples coletadas em diferentes pontos da pilha de lodo. Para a definição dos pontos de amostragem, a seção horizontal da pilha (largura e comprimento) deverá ser dividida em quatro partes iguais. Em cada parte, deverão ser retiradas 3 subamostras de lodo, a primeira no topo, a segunda no meio e a terceira na base, totalizando 12 subamostras para as quatro partes da pilha de lodo.

Para determinação de compostos orgânicos voláteis, a amostragem do lodo também deverá considerar os procedimentos da ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004), a exceção da mistura, homogeneização e quarteamento das subamostras coletadas, com vistas à obtenção de amostra composta, quando pertinente ao procedimento de amostragem adotado. Nesse caso, a avaliação do lodo deverá considerar a coleta e análise de amostras simples representativas. O número de amostras simples coletadas para investigação de compostos orgânicos voláteis deverá ser representativo do processo de tratamento do lodo na UGL e ser definido pela UGL no Plano de Avaliação do Lodo na Etapa de Verificação (**item 8.2** desta Norma), observando ainda as diretrizes e procedimentos específicos da ABNT NBR 16435 (ABNT, 2015).

2.1.3 Etapa de Operação da UGL - Monitoramento do lote de lodo

O monitoramento do lote de lodo na Etapa de Operação da UGL, com vistas a determinação das substâncias químicas de interesse e do potencial agronômico, deverá considerar a coleta e análise de 1 amostra composta representativa do lote, a exceção da determinação de compostos orgânicos voláteis quando pertinente.

A amostragem do lote de lodo deverá considerar os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004), em função do tipo de acondicionamento do lote na UGL. Quando o material a ser amostrado estiver disposto em pilha, cada amostra composta deverá ser formada por pelo menos 12 subamostras simples coletadas em diferentes pontos da pilha de lodo. Para a definição dos pontos de amostragem, a seção horizontal da pilha (largura e comprimento) deverá ser dividida em quatro partes iguais. Em cada parte, deverão ser retiradas 3 subamostras de lodo, a primeira no topo, a segunda no meio e a terceira na base, totalizando 12 subamostras para as quatro partes da pilha de lodo.

Para determinação de compostos orgânicos voláteis, a amostragem do lodo também deverá considerar os procedimentos da ABNT NBR 10007 (ABNT, 2004), a exceção da mistura, homogeneização e quarteamento das subamostras coletadas, com vistas à obtenção de amostra composta, quando pertinente ao procedimento de amostragem adotado. Nesse caso, o monitoramento do lodo deverá considerar a coleta e análise de amostras simples representativas. O número de amostras simples coletadas para investigação de compostos orgânicos voláteis deverá ser representativo do lote de lodo e ser definido pela UGL no Plano de Monitoramento do Lodo na Etapa de Operação (**item 8.3** desta

Norma), observando ainda as diretrizes e procedimentos específicos da ABNT NBR 16435 (ABNT, 2015).

2.2 Amostragem de lodo para análises microbiológicas e parasitológicas

A amostragem de lodo deve atender ao que segue:

2.2.1 As coletas de lodo destinadas a análises microbiológicas deverão ser realizadas conforme descrito na publicação da Agência de Proteção Ambiental Americana (U.S.EPA) "Environmental regulations and technology: control of pathogens and vector attraction in sewage sludge: (including domestic septage) under 40 CFR part 503. Revised. - EPA/625/R92/013" (U.S.EPA, 2003).

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

2.2.3 Etapa de Verificação -Avaliação do lodo tratado

Para avaliação do lodo tratado deverá ser coletada uma amostra simples semanal num período de 3 (três) meses. Quando o material a ser amostrado estiver disposto em pilhas, para que sejam obtidos resultados representativos, a seção horizontal da pilha (largura e comprimento) deverá ser dividida em quatro partes iguais. Em cada parte, deverá ser retirada 1 subamostra de lodo, tendo pelo menos, uma do topo, uma do meio e uma da base, totalizando 4 subamostras para a composição da amostra composta semanal.

2.2.4 Etapa de operação - Monitoramento do lote de lodo

Para monitoramento do lote de lodo deverá ser coletada uma amostra, em quadruplicata. Quando o material a ser amostrado estiver disposto em pilhas, a seção horizontal da pilha (largura e comprimento) deverá ser dividida em quatro partes iguais. Em cada parte, deverá ser retirada 1 amostra de lodo, sendo pelo menos, uma do topo, uma do meio e uma da base, totalizando 4 amostras simples.

3 AMOSTRAGEM DE EFLUENTES DA(S) ETE(S)

A amostragem de efluentes da(s) ETE(S) deve atender o que segue.

3.1 Pontos de amostragem para os efluentes brutos e tratados

3.1.1 A(s) ETE(s) deverão disponibilizar pontos de amostragem que:

- a) Tenham fácil acesso;
- b) Não recebam aportes de água de recirculação interna da estação de tratamento (retorno do poço da elevatória, unidades da própria ETE, águas de reuso e outras quaisquer);
- c) Tenham a indicação de quais efluentes ou resíduos a ETE recebe (tais como lodos de ETAs e de ETEs, efluentes não-domésticos) e em que pontos (entrada da ETE, grades, decantador primário), com medição dos respectivos volumes caso os mesmos entrem na ETE após o(s) ponto(s) de medição de vazão.
- d) Sejam localizados em região com turbulência, de modo a se obter uma boa mistura.

3.1.2 As coletas poderão ser realizadas nos pontos indicados na **Tabela D2** em função do tipo de tratamento.

Tabela D2- Pontos de coleta para esgoto bruto e tratado segundo o tipo de tratamento

Tipo de Tratamento	Ponto de Amostragem
Esgoto Bruto	Coletar a amostra no primeiro gradeamento na calha ou fosso de entrada da ETE.
Lodos ativados	Coletar a amostra na saída do decantador secundário, após os vertedouros. Observação: Se houver mais de uma saída coletar individualmente em cada uma delas.
Lagoas	Coletar a amostra na saída da lagoa facultativa ou da lagoa de estabilização (tulipa/calha de saída).
Filtro biológico	Coletar a amostra na saída do filtro biológico, após os vertedouros.
Valo de oxidação	Coletar a amostra na saída do sistema (Calha Parshall ou canaleta de saída)
Filtração / desinfecção após tratamento biológico	Coletar a amostra na saída do último tratamento aplicado.

Fonte:CETESB (2021)

3.2 Procedimento para amostragem

As amostragens deverão ser representativas, conter os dados quantitativos e qualitativos dos efluentes brutos e tratados para as substâncias químicas de interesse definidas no **item 6.1** desta Norma e atender às seguintes exigências:

- a) período: 24 horas;
- b) tipo de amostras: amostras compostas, formadas por subamostras coletadas a cada hora e proporcionais a vazão, no período de 6(seis) horas, totalizando 4 amostras de esgoto bruto e 4 amostras de esgoto tratado;

Observação: Para substâncias orgânicas voláteis deverão ser coletadas amostras simples a cada 6 (seis) horas.

- c) determinação de campo: vazão (L/s).

3.3 Medidores/Registadores de vazão

3.3.1 As ETEs que não dispuserem de medidores/registadores de vazão, devem instalar medidores dotados de indicador instantâneo de vazão e registrador/totalizador contínuo. Os medidores e registrador/totalizadores deverão estar calibrados junto a laboratório pertencente a RBC (Rede Brasileira de Calibração). Os certificados de calibração devem estar disponíveis para verificação da CETESB quando solicitado.

3.3.2 As ETEs que dispuserem de medidores e registadores/totalizadores de vazão, devem manter um programa de calibração, sendo que o certificado de calibração atualizado deverá estar à disposição da CETESB quando solicitado.

.../Anexo E

ANEXO E

Plano de Gerenciamento de Lodo da UGL (PG-UGL)

O PG-UGL deve ser apresentado, na fase de Licença Prévia, em meio digital, com a descrição e o detalhamento, minimamente, das seguintes informações:

1 INFORMAÇÕES GERAIS

As informações gerais necessárias para o PG-UGL são as seguintes:

- a) identificação da(s) ETE(s) e da UGL, com a razão social, endereço e localização;
- b) quantidade e frequência de lodo a ser encaminhada(s) ETE(s) para a UGL;
- c) plano de controle de recebimento do lodo na UGL.

2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS DE APLICAÇÃO DE LODO

A caracterização das áreas potenciais para aplicação de lodo deve atender às exigências definidas à seguir.

2.1 Descrição e mapeamento

A descrição e o mapeamento devem atender às exigências definidas a seguir.

2.2.1 Mapa com coordenadas geográficas, na escala 1:25.000, e/ou superior, , indicando, a(s) ETE(s), a UGL e as informações das áreas potenciais para aplicação do lodo e seu entorno, abrangendo até 500 m dos limites da área.

2.2.2 O mapa deve ser disponibilizado indicando, pelo menos:

- a) localização da área e seus acessos.
- b) uso do solo urbano, industrial e agrícola.
- c) áreas com restrições definidas nos **itens 7.2 e 7.3** desta Norma e outras, tais como, zoneamento urbano, regional, áreas de proteção de mananciais superficiais e subterrâneos;
- d) classificação do solo (ordem e sub-ordem).

2.2.3 Texto comentando as descrições apresentadas no mapa e indicando as culturas predominantes nas regiões pretendidas.

3 TRATAMENTO DE ESGOTOS E DO LODO A SER DESTINADO PARA A UGL

A(s) ETE(s) que fornecem lodo para a UGL, deve(m) atender às exigências definidas à seguir.

3.1 Tratamento de esgotos

A caracterização do sistema de tratamento de esgotos deve atender às exigências definidas a seguir.

3.1.1 Delimitar e caracterizar a bacia de esgotamento sanitário cujas contribuições são encaminhadas para a(s) ETE(s), definindo as substâncias químicas de interesse a serem consideradas na caracterização do lodo, nos termos do item 6.1 desta Norma.

3.1.2 Informar a variação de vazão dos esgotos (vazão máxima e média mensal em L/s).

3.1.3 Caracterizar os esgotos brutos e tratados, indicando suas principais características físicas, químicas e microbiológicas, incluindo a determinação das substâncias definidas no **item 6.1.1** e

atendendo aos critérios de amostragem do **Anexo D** desta Norma. Caso haja contribuição de efluentes de fontes industriais, estes deverão ser devidamente identificados e caracterizados.

3.1.4 Descrever o processo de tratamento (com fluxograma simplificado do processo) e destino final da fase líquida tratada.

3.2 Tratamento de lodo na(s) ETE(s)

A caracterização do tratamento de lodo deve atender aos procedimentos a seguir:

3.2.1 Caracterizar o lodo para as substâncias químicas de interesse (item 5.1 desta Norma), considerando os critérios de amostragem do Anexo D desta Norma.

Observação: Os resultados da caracterização do lodo deverão ser tabulados, interpretados e acompanhados do relatório de amostragem, o qual deverá conter descrição do ponto e procedimento de amostragem em função do tipo de acondicionamento do lodo gerado na(s) ETE(s), indicação do número de amostras representativas quando se tratar da amostragem para investigação de compostos orgânicos voláteis no lodo e demais informações julgadas pertinentes pela UGL.

3.2.2 Informar a quantidade de lodo gerada (em t/ano em base seca).

3.2.3 Descrever o processo de tratamento (com fluxograma simplificado do processo) e indicar a destinação atual do lodo gerado.

3.2.4 Descrever a proposta de sistema de armazenamento, carregamento e transporte do lodo gerado da(s) ETE(s) para UGL.

4 TRATAMENTO E GERENCIAMENTO DO LODO NA UGL PARA APLICAÇÃO EM SOLO

O tratamento e gerenciamento de lodo na UGL deverão atender às exigências definidas a seguir.

4.1 Apresentação do estudo de concepção

Apresentação do estudo de concepção” deverá contemplar, no mínimo, os itens descritos a seguir

4.1.1 Definição do tipo de tratamento proposto para o lodo, com as justificativas técnicas e ambientais de sua implantação e operação. No caso dos processos de redução de patógenos e atratividade de vetores, deverá ser adotado algum dos processos definidos no **Anexo A** desta Norma.

4.1.2 Dimensionamento de todas as unidades do sistema de tratamento, incluindo a seleção dos parâmetros de projeto, sendo que a fixação de seus valores deverá ser devidamente justificada.

4.1.3 Planta esquemática com as unidades de tratamento.

4.1.4 Estimativa da quantidade de lodo tratado (em t/ano em base seca).

4.1.5 Qualidade esperada para o lodo tratado, em função do sistema de tratamento a ser implantado e dos critérios estabelecidos no item 6 desta Norma.

4.1.6 Indicação da destinação final ambientalmente adequada do lodo tratado e não destinado para aplicação em solo.

4.1.7 Descrição da proposta de sistema de armazenamento, carregamento e transporte do lodo tratado na UGL.

4.1.8 Descrição da proposta de sistema de controle de quantidade de lodo a ser recebida, tratada e destinada.

...//**Anexo F**

ANEXO F

Procedimentos para o Cálculo da Taxa de Aplicação em função do Nitrogênio

A taxa de aplicação em função do Nitrogênio, conforme o **item 9.1.1.1** desta Norma deverá atender aos procedimentos desse Anexo.

A planta pode utilizar somente uma parte do N-total disponível no solo ou no lodo já que parte do N-Amoniacal e do N-Nitrato são perdidos para atmosfera por volatilização e desnitrificação, e parte do N- Orgânico é mineralizado ao longo do tempo transformando-se em N-Amoniacal e N-Nitrato (sendo que parte deste ainda pode ser perdido por lixiviação no solo).

1 PROCEDIMENTO

A taxa de aplicação em função do Nitrogênio deverá ser calculada a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Taxa de Aplicação (TA, t/ha)} = \frac{N \text{ recomendado } \left(\frac{kg}{ha}\right) - N_{\text{disp solo}} \left(\frac{kg}{ha}\right)}{N_{\text{disp lodo}} \left(\frac{kg}{t}\right)}$$

O procedimento do cálculo dos componentes da fórmula da taxa de aplicação, notadamente $N_{\text{disp solo}}$ e $N_{\text{disp lodo}}$ está descrito a seguir, acompanhada de exercício prático no **item 2** e a planilha de cálculo do **item 3.1** deste Anexo.

O cálculo da taxa de aplicação é composto de 4 etapas:

- a) Etapa 1: Obtenção do N-Recomendado para a cultura (N recomendado, kg/ha)
- b) Etapa 2: Cálculo do N-Disponível remanescente ou fornecido de outras fontes ao solo: adicionado ou mineralizado ($N_{\text{disp solo}}$, kg N/ha)
- c) Etapa 3: Estimativa da quantidade de N-Disponível no lodo ($N_{\text{disp lodo}}$, kg N/t base seca)
- d) Etapa 4: Utilização dos resultados obtidos nas etapas anteriores na fórmula e cálculo da taxa de aplicação

Etapa 1 - Inicialmente deve-se obter o N-Recomendado agronomicamente para a cultura N recomendado

1.1 Quantidade de N recomendado para a cultura em (kg/ha), segundo recomendação agrônômica oficial do Estado de São Paulo (RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A.M.C., 1997)

(Boletim 100 do Instituto Agrônômico de Campinas - IAC, 1997) ou o documento que vier a alterá-lo ou substituí-lo.

Etapa 2 - N-Disponível fornecido de outras fontes ao solo: adicionado ou mineralizado N, já disponível no solo:

2.1 Estimativa do N-Orgânico mineralizado no solo, oriundo de aplicações anteriores de lodo na parcela (se houver), considerando o tempo de aplicação e o tipo de operação utilizado para estabilizar o lodo, conforme os dados da Tabela 1;

2.2 Avaliação do N disponível no solo (fertilidade natural ou N adicionado de culturas leguminosas anteriores cultivadas na parcela);

2.3 Total do N disponível no solo (kgN/ha) = será a soma dos valores 2.1 e 2.2

Outras Contribuições de N para o solo de atividades do ano corrente da aplicação

2.4 Estimativa do teor de N-Nitrato aplicado por meio da água de irrigação (kgNO₃-N /ha);

2.5 Estimativa do teor de N aplicado de outras fontes, como por exemplo, fertilizantes (kgN/ha);

2.6 Estimativa do N-total do ano corrente (somatória de 2.4+2.5) (kgN/ha);

2.7 Estimativa do N-Disponível de outras fontes (somatória de 2.3+2.6) (kgN/ha)

Tabela 1 - Taxas de Mineralização do N por ano de aplicação do lodo no solo

Tempo após aplicação do lodo (anos)	Fração de N - Orgânico mineralizada (%)		
	Lodo digerido aerobicamente e Lodo estabilizado por alcalinização prolongada	Lodo digerido anaerobicamente	Lodo compostado
0 -1 (ano da aplicação)	30	20	10
1 - 2	15	10	5
2 - 3	8	5	3*
3 - 4	4	3*	3*

Fonte: DEHNR (2014).

***Observação:** Quando a taxa de mineralização torna-se menor do que 3% não é esperado ganho líquido de N a partir da mineralização da matéria orgânica do solo (em geral a partir do 5º ano de aplicação). O teor de N do lodo no solo é considerado parte da matéria orgânica do solo e não incluído nos cálculos.

Etapa 3 - Estimativa da quantidade de N-Disponível do(s) lote(s) de lodo (N_{disp} lodo)Análise de N_{disp} no lote de lodo

- 3.1 Análise laboratorial do teor de N_{KJ} -N (kg/ t_{bs});
- 3.2 Análise laboratorial do teor de NH_3 -N(kg/ t_{bs});
- 3.3 Análise laboratorial de NO_3 -N(kg/ t_{bs});
- 3.4 Análise laboratorial de NO_2 -N (kg/ t_{bs});
- 3.5 Cálculo do N-Orgânico subtraindo do teor de N_{KJ} o teor de NH_3 -N(item 3.1- item 3.2, em kg/ t_{bs});

Entre os vários aspectos que afetam a disponibilidade do N_{disp} do lodo estão o método de estabilização do lodo e o método de aplicação, que são considerados da seguinte forma para a aplicação superficial ou sub-superficial, a concentração de N_{disp} lodo (mg/kg):

$$N_{disp} \text{ lodo (mg/kg)} = (FM/100) \times (N_{KJ} - NH_3-N) + Kvol \times (NH_3-N) + (NO_3-N + NO_2-N)$$

Onde:

- FM: Fração de mineralização do nitrogênio do lodo, conforme descrito na Tabela 1, deste Anexo (DEHNR, 2014);
- Kvol: Fator de volatilização para amônia, conforme descrito na Tabela 2 deste Anexo (DEHNR, 2014)

Estimativa do N-Inorgânico do lodo que será retido no solo após aplicação

- 3.6 Percentagem de NH_3 -N retido, a partir do método de aplicação superficial no solo, conforme fator de volatilização K vol constante da Tabela 2;
- 3.7 Estimativa do teor de NH_3 -N(item 3.2*item 3.5/100, em Kg/ t_{bs});
- 3.8 Estimativa de N-Inorgânico retido no solo (item 3.3+ item 3.6, em Kg/ t_{bs}).

Tabela 2 - Fatores de volatilização da amônia

Método de aplicação do lodo no solo	Fator de volatilização da amônia (Kvol)
Aplicação superficial	50%
Aplicação superficial seguida de incorporação	75%

Aplicação subsuperficial	100%
--------------------------	------

Fonte: DEHNR (2014).

Estimativa de N-Orgânico do lodo mineralizado no solo após 1º ano de aplicação

3.9 Cálculo do N-Orgânico mineralizado após 1 ano de aplicação do lodo na parcela, utilizando a **Tabela 1**, em função do processo de estabilização do lodo (%)

3.10 Estimativa do teor de N-Orgânico mineralizado (**item 3.4***, **item 3.8/100**) (kg/t_{bs}).

Estimativa de N disponível do lodo para a planta

3.11 Teor de N-Disponível: somatória do N-Inorgânico (**item 3.7**) +N-Orgânico mineralizado (**item 3.9**, em Kg/t_{bs});

Etapa 4 - Cálculo da taxa de aplicação

4.1 Cálculo da taxa de aplicação(t_{bs}/ha): Item 1.1- item 2.7 ÷ Item 3.10

2 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO CÁLCULO DA FRAÇÃO DE MINERALIZAÇÃO EM UMA PARCELA

Para determinada parcela de uma propriedade houve as seguintes aplicações de lodo:

Aplicação em 2010	Aplicação em 2011
Taxa de aplicação (2010): 11,2 t (base seca)/ha	Taxa de aplicação: 6,7 t (base seca)/ha
N-Orgânico: 2% (base seca)	N-Orgânico: 2% (base seca)
Lodo aerobicamente digerido	Lodo aerobicamente digerido
Aplicação superficial	Aplicação superficial

- Não houve aplicação em 2012;
- Se houver aplicação em 2013:
 - Qual N disponível para a planta no solo das aplicações anteriores de lodo para calcular a Taxa de aplicação deste ano?
 - Se a taxa agrônômica for 150 t_{bs}

1 Quantidade de N-Orgânico aplicado em 2010 = 0,02 x 11,2 (t_{bs}/ha) x (1000 kg/t_{bs}) = 224 kg/há

2 Quantidade de N-Orgânico aplicado em 2011 = 0,02 x 6,72 (t_{bs}/ha) x (1000 kg/t_{bs}) = 134,4 kg/ha

Ano	Teor de N-Org inicial (kg/ha)	Taxa de mineralização (%)	N-Org mineralizado (kg/ha)	N-Orgânico remanescente (kg/ha)
2010 (1ª aplicação)				
0 - 1 (1ª aplicação-2010)	224	0,30	67,2	156,8
1-2 (2011)	156,8	0,15	23,5	133,3
2-3 (2012)	133,3	0,08	10,7	122,6
3-4 (2013)	122,6	0,04	4,09	117,7
6nmbbc'011 (2ª aplicação)				
Ano	Teor de N-Org inicial (kg/ha)	Taxa de mineralização (%)	N-Org mineralizado (kg/ha)	N-Orgânico remanescente (kg/ha)
0 - 1 (1ª aplicação-2011)	134,0	0,30	40,2	93,8
1-2 (2012)	93,8	0,15	14,1	79,7

2-3 (2013)	79,7	0,08	6,4	73,3
3-4 (2014)	73,3	0,04	2,93	70,4

Fonte: CETESB (2021)

3 Quantidade de N-Orgânico total mineralizado em 2013, devido a 2010 e 2011 = $4,09 + 6,40 = 10,49$ kg/ha.

3.1 Planilha de Cálculo do N Disp

Etapa 1 - N recomendado para a cultura

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
1.1	Quantidade de N recomendado para a cultura (recomendação agrônômica)		168,00	kg N/ha

Etapa 2 - N disponível fornecido de outras fontes ao solo: adicionado ou mineralizado

Contribuições de N para o solo de atividades em anos anteriores (soma dos valores dos item 2.1 e item 2.2)

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
2.1	Estimativa do N-Orgânico mineralizado no solo de aplicações prévias de lodo (Tabela 1)		10,49	kg N/ha
2.2	N adicionado de culturas anteriores na parcela		0,00	kg N/ha
2.3	Total de N das atividades dos anos anteriores		10,49	kg N/ha

Contribuição de N para o solo de atividades do ano corrente da aplicação

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
2.4	NO ₃ -N aplicado por meio da água de irrigação		11,20	kgN/ha
2.5	N adicionado (por exemplo, fertilizantes)		0,00	kgN/ha
2.6	Total de N das atividades do ano corrente		11,20	kgN/ha
2.7	Total de N disponível de outras fontes (item 2.3 + item 2.6)		21,69	kgN/ha

Fonte: CETESB (2021)

Etapa 3 - Estimativa da quantidade de N disponível do lodo para a planta (análise do(s) lote(s) de lodo)

Análise do N disponível no lote de lodo

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
3.1	Total Kjeldahl (N _{KJ} -N)		60,00	kg/t _{bs}
3.2	Amonia (NH ₃ -N)		2,60	kg/t _{bs}
3.3	Nitrato (NO ₃ -N) (Não analisado)			kg/t _{bs}
3.4	N-Orgânico total = Item 3.1 - Item 3.2		57,40	kg/t _{bs}

Estimativa de N inorgânico que será retido no solo após aplicação

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
3.5	Porcentagem de NH ₃ -N retido, conforme Tabela 2		50,00	%
3.6	Estimativa do teor de NH ₃ -N retido após a aplicação = Item 3.2 × (Item 3.5)/100		1,30	kg/t _{bs}
3.7	N inorgânico retido após a aplicação = Item 3.3 + Item 3.6		1,30	kg/t _{bs}

Estimativa N-Orgânico mineralizado

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
3.8	Porcentagem de N orgânico mineralizado após 1º ano de aplicação, conforme Tabela 1		30,00	%
3.9	N orgânico mineralizado após 1º anos de aplicação = item 3.4 × (item 3.8)/100		17,22	kg/t _{bs}

Estimativa total de N disponível do lodo para a cultura

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
3.10	Teor de NDisp = Item 3.7 + Item 3.9		18,52	kg/t _{bs}

Fonte: CETESB (2021)

Etapa 4 - Cálculo da taxa de aplicação

Item	Descrição	Dado	Exemplo	Unidade
4.1	Taxa de aplicação = Item 1.1 - item 2.7 / Item 3.10		7,90	tbs/ha

Fonte: CETESB (2021)

G ...//Anexo

ANEXO G

Recomendações Quanto ao Transporte

Este Anexo trata dos procedimentos quanto ao transporte de lodo da UGL até a propriedade.

- 1 O lodo somente será carregado e retirado da UGL mediante a apresentação pelo transportador ou seu representante, do Termo de Responsabilidade e do Formulário de Controle de Retirada, disponíveis a seguir neste Anexo;
- 2 O motorista deve estar devidamente cadastrado e credenciado na UGL;
- 3 O equipamento de transporte do lodo deve ser operado de forma a evitar derramamentos;
- 4 Para o transporte por veículos 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 equipamentos de proteção individual adequados;
- 5 É proibido qualquer tipo de coroamento nos caminhões (altura da carga ultrapassando a altura da carroceria);
- 6 Os caminhões devem ser claramente identificados, com nome e telefone para manter contato adequado com o transportador em caso de ocorrência de sinistro;
- 7 Em caso de sinistro em vias públicas, com derramamento de lodo, todos os procedimentos para limpeza são de responsabilidade da empresa transportadora;
- 8 Todos os trabalhadores em contato com o lodo deverão sempre utilizar equipamentos de proteção individual adequados;
- 9 Deverá ser observada a limpeza dos pneus na saída dos caminhões transportadores de lodo da UGL.

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO TRANSPORTADOR DO LODO

_____, ___ de _____ de 20__.

Eu, _____, portador do documento de identidade nº _____, declaro ter sido contratado pela empresa _____ para realizar o transporte do lodo entre a UGL _____ e a propriedade, situada _____

Declaro que farei o transporte, em conformidade com as recomendações da UGL _____, 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 equipamentos de proteção individual adequados.

Informo estar ciente de que o lodo somente poderá ser entregue na propriedade definida no PALES, na parcela _____, sendo que qualquer problema que venha a ocorrer durante o transporte ou em decorrência dele será de minha inteira responsabilidade.

Assinatura

CONTROLE DE RETIRADA DE LODO POR TERCEIROS

Logotipo da UGL	CONTROLE DA RETIRADA DE LODO POR TERCEIROS
Data da produção do lote: _____ / _____ / _____	
Data da retirada do lote: _____ / _____ / _____	
Destino	(Endereço): _____
	Nome da Propriedade _____
	Lote (Referência no PALES): _____
Volume retirado _____ m³	
Local de retirada na UGL:	
Transportador: _____	
RG: _____	
CPF: _____	
Transportadora: _____	
Placa do veículo: _____	
Transportador declara estar ciente das precauções para o transporte de lodo descritas neste documento	
 _____ Assinatura do transportador	

Fonte: CETESB (2021)