

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 1	DE 10
------------------------	---------------------	--	--	------------------	-----------------

ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA**1. OBJETIVO**

1.1 Esta Nota Técnica trata-se de orientações técnicas a respeito do tratamento de resíduos gerados em estações de tratamento de água.

2. NORMAS A SEREM UTILIZADAS

2.1 Devem ser seguidas as normas – seus apêndices e suas normas de referência em última revisão – em todas as atividades pertinentes ao projeto e operação das ETLs provenientes das ETAs. Para acessar:

- As notas técnicas, entrar em <http://site.sanepar.com.br/informacoes-tecnicas/modulo-16-notas-tecnicas> > Módulo 16.
- As diretrizes de tratamento de água, entrar em: <http://site.sanepar.com.br/categoria/informacoes-tecnicas/mps-manual-de-projetos-de-saneamento>

Tabela 01 – Normas

NORMA	DESCRIÇÃO
ABNT NBR 12216	Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público - Procedimento
ABNT NBR 10004	Resíduos sólidos - Classificação
Portaria nº888 do MS/21	Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
NSF/ANSI STANDARD & 61	Drinking Water System Components – Health Effects by most governmental agencies that regulate drinking water supplies.
Lei nº 9433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei nº 12305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências.
CONAMA 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
SEMA 021/2009	Dispõe sobre licenciamento ambiental, estabelece condições e padrões ambientais e dá outras providências para empreendimentos de saneamento.
Nota Técnica 06	Produtos químicos

3. LISTA DE SIGLAS

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.

CFT – Conselho Federal dos Técnicos.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 2	DE 10
ASSUNTO TRATAMENTO DE LODO DE ETA					

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETL – Estação de Tratamento de Lodo

GPES – Gerência Projetos Especiais

L – Litro

ML – Mililitro

M² – Metro Quadrado

M³ – Metro Cúbico

NTU – Nephelometric Turbidity Unity (Unidade de Turbidez Nefelométrica)

PV – Poço de Visita

S – Segundos

SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SST – Sólidos Suspensos Totais

ST – Sólidos Totais

TALD – Tanque de Água de Lavagem de Decantadores

TALF – Tanque De Água De Lavagem De Filtros

REV – Revisão

4*. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE RESÍDUO GERADA

O dimensionamento de qualquer tipo de desidratação de lodo depende da quantidade de lodo gerada na estação de tratamento de água. Para essa quantificação, pode ser utilizado o balanço de massa da estação, descrita no item 4.1, ou as equações de estimativa de massa seca da literatura.

4.1 Utilizar histórico de análises de Sólidos Suspensos Totais (SST) da água coagulada, ou aquela com contribuição de coagulantes e alcalinizantes, dos últimos 3 anos.

- a) As análises devem seguir a IT/LAB/1870 da Sanepar ou o método convencional do Standard Methods (2540D).
- b) O valor utilizado no dimensionamento será aquele recorrente em 90% do tempo.
- c) **Nota:** caso aprovado pela Sanepar, poderão ser utilizadas análises de período inferior, considerando época seca e chuvosa, para compor o histórico.

4.2 Para compatibilizar o valor de massa seca obtido, em Kg/h, por exemplo, com a vazão de lodo, em m³/h, considerar a concentração média do lodo descartado dos decantadores/flotadores. Utilizar histórico de análises de sólidos totais (ST), de diferentes períodos do ano. Quando não existir esse histórico de análises, verificar com a gerência operacional a realização das mesmas por pelo menos um ano, ou em períodos seco e chuvoso (quando houver alteração na qualidade da água bruta).

Para as análises:

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 3	DE 10
------------------------	---------------------	--	--	-----------	----------

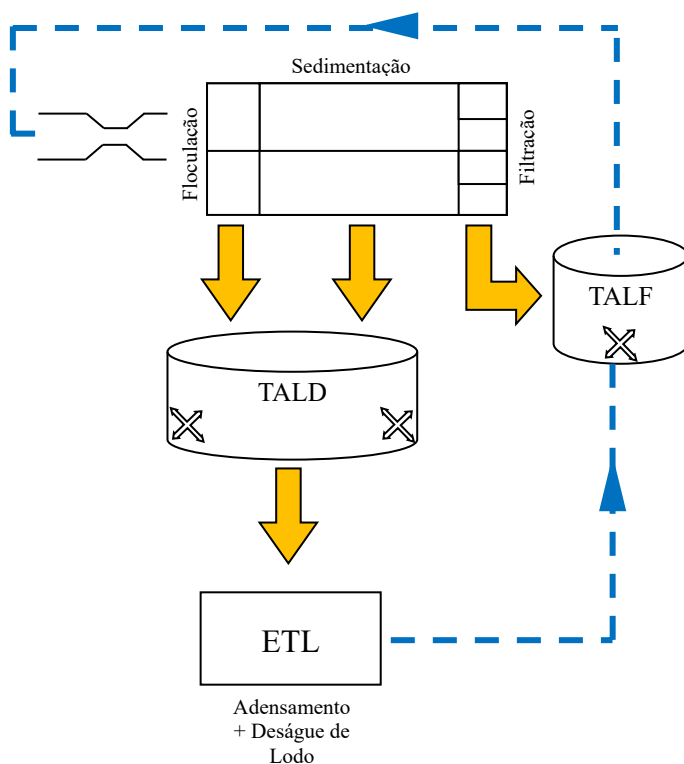
ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA

- Coletas de amostras: misturar volumes conhecidos em tempos distintos de lavagem, para cada tipo de resíduo. Por exemplo, quando da descarga de um decantador, coletar 100mL aos 5s, 100mL aos 20s, 100mL aos 60s, e assim sucessivamente, durante todo o tempo da descarga. O material que deve ser analisado é o resultante dessa mistura após homogeneização.
- Pode ser utilizada balança analisadora de umidade para análise de ST (concentração de sólidos) do lodo homogeneizado.

5. FLUXOGRAMA DO PROCESSO

5.1 Para o projeto da estação de tratamento de lodo (ETL) devem ser verificados os encaminhamentos do fluxograma a seguir.



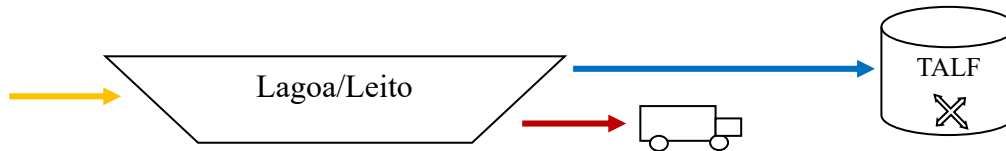
5.2 **Nota:** Recomenda-se o dimensionamento prévio dos equipamentos para comparação entre as tecnologias de deságue a serem empregadas.

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 4	DE 10
------------------------	---------------------	--	--	-----------	----------

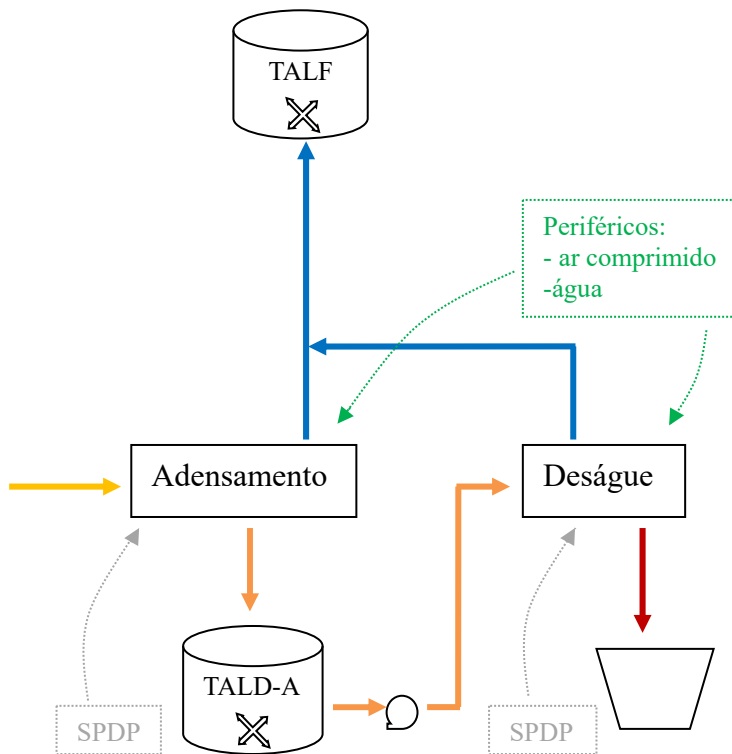
ASSUNTO





TRATAMENTO DE LODO DE ETA

5.3 ETL com deságue natural:



5.4 ETL com deságue mecânico



-  Lodo Bruto
-  Lodo Adensado
-  Lodo Desaguado (torta)
-  Clarificado

TALD: Tanque de Acúmulo de Lodo de Decantadores

TALF: Tanque de Acúmulo de Água de Lavagem de Filtros

TALD-A: Tanque de Acúmulo de Lodo Adensado

SPDP: Sistema de Preparo e Dosagem de Polímero

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 5	DE 10
-----------------	--------------	---------------------------------	---------------------------------------	-----------	----------

ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA

- a) Detalhamento no Anexo 01.
- b) **Nota:** Avaliar horas de funcionamento da ETL para dimensionamento dos equipamentos.
- c) Para melhor controle do processo, prever analisador online de sólidos e pontos de coleta de amostras de lodo bruto, adensado e de clarificado, para ajustes nos equipamentos e para possibilitar verificação da eficiência de deságue.
- d) Incluir no Manual de Operação constante no projeto a recomendação de se realizar coletas diárias do lodo bruto e adensado para análise de teor de sólidos em laboratório (para comparar os valores com aqueles dos analisadores online, avaliando a necessidade de calibração), com balança analisadora de umidade (que deve ser prevista no orçamento para a obra), para ajustar a vazão de entrada nos equipamentos com base nesse teor de sólidos e na capacidade do equipamento.
- e) Evitar trabalhar com a capacidade máxima do equipamento. Se por exemplo, a vazão de lodo produzido é igual a 5 m³/h, optar por um equipamento com capacidade para 7,5 m³/h ou mais. Nesse sentido, a consulta aos fabricantes é essencial para determinação da capacidade do equipamento em função da vazão de lodo calculada.
- f) Sugere-se que a ETL seja projetada em edificação com dois pisos, localizando:
- f.1) Equipamentos de preparo de polímeros no pavimento térreo, para que não seja necessário levar os polímeros ao segundo pavimento, facilitando a operação de preparo.
- f.2) Equipamentos de adensamento (se mecânicos) e os equipamentos de deságue no segundo pavimento com descarga do lodo adensado e desaguado (torta) por gravidade para tanque de lodo adensado e caçambas, respectivamente, localizadas no primeiro piso.
- f.2.1) Caso os equipamentos e caçambas estejam em mesmo pavimento, utilizar preferencialmente recalque com bomba e tubulação flexível.
- f.2.2) **Nota:** Rosca transportadora pode ser utilizada mediante aprovação da Sanepar.
- g) *Preferencialmente considerar equipamentos reservas para adensadores mecânicos e desaguadores.
- h) Para melhor eficiência do processo, deve ser prevista a utilização de polímeros na fase de adensamento e de deságue. Preferencialmente utilizar preparador de três câmaras, horizontal, automático. No caso de estações menores, é possível o uso de tanques verticais e agitadores, para operação manual (verificar melhor forma com a operação). Para as dosagens, avaliar também com a operação o melhor tipo de bomba dosadora, sendo sugerido inicialmente a do tipo peristáltica (ver nota técnica 06 - Produtos químicos).
- h.1)* Verificar a possibilidade de ser utilizado o mesmo tipo de polímero em ambos os processos, atendendo-se para a interferência de cargas.
- h.1.1) Se não for possível, prever estruturas individuais de preparo e dosagem.

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PAG. 6	DE 10
------------------------	---------------------	--	--	-----------	----------

ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA

- i) Verificar necessidade de utilização de ar comprimido nos equipamentos, prevendo todas as estruturas necessárias.
- j) Prever utilização de medidor de vazão na entrada do TALD e na saída dos clarificados (na união), para balanço de massa da estação de tratamento de lodo.
- k) A água retirada no processo de adensamento e de deságue pode ser encaminhada para o TALF. Nesse caso de reaproveitamento, sugere-se o encaminhamento para caixa ou PV anterior aos tanques para possibilitar a escolha (se TALF ou TALD), pois em casos de perda de eficiência dos equipamentos, o clarificado pode ter perda de qualidade e nesse caso é recomendado o envio ao TALD.
- l) Ainda em casos de ineficiências inesperadas nos equipamentos e/ou operação inadequada, pode haver excesso de polímero e ou de sólidos no clarificado, sendo preferível, também, seu retorno ao TALD, para não afetar a qualidade da água a ser tratada na estação, caso esse clarificado seja encaminhado ao TALF para retorno à ETA.
- m) Prever água para limpeza dos equipamentos compatível com informações dos fornecedores (vazão e pressão) e drenagem adequada.

6. TANQUES DE EQUALIZAÇÃO TALD e TALF

6.1 Embora a forma mais comum dos tanques seja prismática, é possível considerar forma circular, para evitar acúmulo de lodo nos cantos. Sendo assim:

- a) Prever misturadores apropriados à correta equalização do lodo. Solicitar ao fabricante do equipamento todas as medidas e espaçamentos para instalação adequada, bem como estudo de fluxo comprovando a homogeneização adequada.
- b) Como muitas vezes o dimensionamento desses tanques é feito considerando condições ótimas de lavagem, com velocidade e tempos de lavagem estipulados, o volume calculado pode ser diferente do histórico de lavagem da estação existente. Por isso é importante considerar no dimensionamento também esse histórico.
- c) Para casos em que o volume diário de lavagem ultrapassa em mais de 50% do volume calculado para o tanque, esse acréscimo seria destinado por meio de by-pass para água pluvial.
 - c.1) Por isso, sempre que houver área disponível, sugere-se a previsão de dois tanques para cada resíduo (lodo de decantador/floculador e água de lavagem de filtros), ou tanque maior do que calculado, com septo no meio, possibilitando, inclusive, manutenções (em agitadores, reparos em paredes, ou outras) em um tanque.
 - c.2) Ainda, evitar by-pass do tanque que deve receber água de lavagem dos filtros para aquele que receberá lodo do decantador.
 - c.2.1) Pois esse lodo acabará sendo diluído, diminuindo vida útil da lagoa ou demandando mais

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 7	DE 10
-----------------	--------------	---------------------------------	---------------------------------------	-----------	----------

ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA

- polímero para o adensamento (anterior ao deságue mecanizado) e/ou equipamentos de maior porte.
- d) *Prever a recirculação da água armazenada no TALF para o início do tratamento (antes e depois da aplicação do coagulante).
- d.1)* Avaliar a recirculação conforme qualidade da água bruta; águas com presença frequente de *Cryptosporidium*, giárdia, e outros patogênicos, precisam ser estudadas pontualmente, de forma a garantir a segurança da água.
- e) A água retirada do TALD pode ser encaminhada para o TALF para também recircular para o início do tratamento, se for considerada a concepção na qual se espera a sedimentação do lodo no TALD, com envio do lodo acumulado no fundo ao deságue, aumentando o teor de sólidos no resíduo recalado.
- e.1) Nesse caso, necessária a realização de análises de sólidos sedimentáveis nas descargas de decantadores, em pelo menos três períodos distintos conforme variações de turbidez da água bruta, para verificar a sedimentabilidade do lodo.
- e.1.1) Mesmo nessas concepções, recomenda-se que sejam previstos misturadores no tanque para homogeneização quando essa sedimentabilidade for inadequada.
- e.1.2) Avaliar também capacidades dos equipamentos subsequentes para evitar que nesses casos de baixa sedimentabilidade ocorra by-pass do lodo devido à vazão superior à estimada.
- f) O volume dos tanques de equalização deve ser compatibilizado com os equipamentos de adensamento e deságue e com as horas de operação da estação de tratamento de lodo, podendo ser inferior ao horário de funcionamento da ETA.

7. ADENSAMENTO DE LODO

7.1 Quando necessário adensamento, optar por: adensador hidráulico circular com equipamento de agitação central (adensador por gravidade), adensador mecânico por tambor rotativo ou mesa adensadora.

- a) Para o adensador hidráulico a demanda de área para instalação é maior, comparada aos adensadores mecânicos. O teor de sólidos no lodo adensado por esse tipo de adensamento tem percentual menor de sólidos. Com o uso de polímeros, mesmo com teor de sólidos baixo, já pode ser suficiente para entrada no equipamento de deságue, que opera com um limite mínimo de teor de sólidos na entrada.
- b) **Nota:** Podem ser previstos outros equipamentos de adensamento mediante aprovação da Sanepar.
- c) O lodo adensado deve ser armazenado em reservatórios com misturadores apropriados (tanque de homogeneização de lodo adensado), até encaminhamento para os equipamentos desaguadores.
- c.1) Recomenda-se que o volume desse tanque de lodo adensado seja compatível com pelo menos meio período de funcionamento da estação de tratamento de lodo. Se for projetada para operar 20 horas/dia, o tanque deve armazenar pelo menos 10 horas de lodo adensado.
- d) Para a elevatória de lodo adensado para recalque aos equipamentos de deságue, preferencialmente

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 8	DE 10
------------------------	---------------------	--	--	-----------	----------

ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA

utilizar bomba do tipo lobular.

8. DESAGUAMENTO DE LODO

8.1 Dependendo da qualidade do lodo, pode ser que apenas o desaguamento com uso de polímeros já seja suficiente, sem necessidade de adensamento prévio. No caso em que a remoção do lodo do decantador é feita com raspadores de fundo, por exemplo, é possível que esse lodo retirado já esteja adensado o suficiente para encaminhamento direto ao equipamento de deságue. Essa situação pode ser verificada com a realização de análises de sólidos no lodo descartado.

8.2 * Com relação ao tipo de deságue, se natural ou mecanizado, recomenda-se o estudo prévio de alternativas para definição adequada.

8.3 * Deságue Natural

- a) A área da lagoa vai depender da vazão da ETA, da qualidade da água bruta (SST ou turbidez média) e da quantidade média de produto químico adicionada no tratamento (principalmente coagulante).
- b) Geralmente o período de aplicação para lagoas é igual a 01 ano, quando há área disponível para recebimento de volume de lodo nesse período.
 - b.1) Para leitos, esse período é menor.
- c) Em casos em que a área prevista para as lagoas estiver em cota inferior ao tratamento, o uso dos tanques seria dispensável, fazendo, apenas, o direcionamento do lodo por gravidade. Ainda assim, recomenda-se apenas o projeto do TALF para recirculação da água de lavagem para a ETA, sem passar pela lagoa.
- d) Para a retirada do clarificado, prever caixa separada com stop logs ajustáveis, de modo a evitar a passagem de sólidos, e bombas, evitando o uso de estruturas flutuantes.
 - d.1) Podem ser utilizadas outras formas de coleta, mediante aprovação da Sanepar.
 - d.2) Utilizar comporta para proteção do stop log.
 - d.3) Prever retorno da água ao início do tratamento em dois pontos, antes e depois da coagulação, possibilitando essa escolha de entrada a partir de válvulas, para que esse clarificado receba ou não o produto químico que deve promover a floculação na etapa posterior. No caso de ter sido previsto TALF, retornar para esse tanque.
 - d.4) **Nota:** em casos onde a área para a implantação das lagoas é distante da ETA e o desnível geométrico entre elas é alto, avaliar se é possível destinar o clarificado para corpo hídrico próximo.
- e) Considerar pista com camada suporte adequada para entrada de escavadeiras para retirada do lodo após a secagem.
- f) Para a impermeabilização para evitar infiltração e contaminação do solo, sugere-se geomembrana e geotêxtil, com camada superior de concreto para proteção mecânica.

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PÁG. 9	DE 10
------------------------	---------------------	--	--	-----------	----------

ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA

f.1) Formas alternativas podem ser utilizadas mediante aprovação da Sanepar.

f.2) **Nota:** no caso de utilização de geomembranas ou outros materiais de impermeabilização, a retirada do lodo seco com escavadeira pode causar danos a esses materiais. É importante orientar a operação, por meio do Manual de Operação constante no projeto, de que na contratação da limpeza da lagoa pode ser incluída solicitação de reparos a essas camadas, em caso de danos causados pelo equipamento utilizado.

f.2.1) Orientar, também, sobre os acessos previstos para acesso dos equipamentos: rampa e pistas, não sendo permitido avançar para as demais áreas das lagoas, que só possuem camada de proteção à geomembrana/geotêxtil contra choques da concha da escavadeira. No caso de limpeza com equipamentos de menor porte (como bobcat), avaliar a possibilidade de circulação em toda a área interna da lagoa, devendo ser previsto no projeto estrutural e geotécnico pavimento adequado.

g) Para leitos de secagem, utilizar manta geotêxtil com densidade superficial acima de 600 g/m², material filtrante (como brita 01), pontos de coleta diversos com inclinação da laje de fundo entre 2% à 3%, e tubulação de coleta de clarificado/drenado interligada a cada ponto de coleta.

g.1) Caso seja utilizado bloco drenante, avaliar com fornecedor estruturas necessárias.

h) É possível prever uso de polímeros também para as lagoas e leitos, para melhor secagem.

8.4 Deságue Mecanizado

a) Os equipamentos mais comumente utilizados são: decanter centrífugo, prensa desaguadora tipo parafuso e filtro prensa de placas.

b) *Para definição da melhor tecnologia de deságue a ser empregada, levar em consideração gasto energético, emissão de ruídos, área disponível para instalação, facilidade de operação, disponibilidade de mão-de-obra para operação, entre outros.

n) Verificar tipo de retirada do lodo e as estruturas para armazenamento, se caçambas, silos ou outros, atentando para o transporte que deve fazer a retirada, viabilizando acessos e área de manobras.

o) A água retirada no processo de deságue pode ser encaminhada para o TALF.

o.1) Prever também o possível encaminhamento ao TALD, no caso de perda de qualidade desse clarificado por falha nos equipamentos, conforme mencionado no item de adensamento.

8.5 Skid para Adensamento e Deságue Mecanizado

a) Outra forma de desidratar o lodo é por meio de skids de desidratação. Esse tipo é recomendado quando não há área para implantação de lagoas, quando há previsão futura de desativação da ETA ou ainda em casos em que seja possível prever tratamento do lodo de mais de uma ETA, podendo ser feito um rodízio de operação com skid móvel.

a.1) Caso seja utilizado skid móvel para várias estações, necessário prever em cada ETA os tanques

CÓDIGO NT 15	VERSÃO 03	DATA DA APROVAÇÃO 07/12/2021	USO EXCLUSIVO DA GPES NOTA TÉCNICA	PAG. 10	DE 10
------------------------	---------------------	--	--	------------	----------

ASSUNTO

TRATAMENTO DE LODO DE ETA

para receber os resíduos e as interligações necessárias à alimentação e funcionamento do skid (água de processo, energia elétrica, ar comprimido), que deve ser implantado em base de concreto.

a.2) Essa situação pode ser avaliada no estudo de alternativas.

b) Dentro do mesmo container deve ser previsto equipamento de adensamento, de deságue, preparador(es) de polímeros, dosadoras, tanque de lodo adensado, bombas, quadro elétrico e estruturas de ar comprimido (se necessárias aos equipamentos escolhidos).

b.1) Dependendo do porte dos equipamentos, pode ser utilizado um container padrão (de 40 pés, por exemplo) para os equipamentos de adensamento, deságue, preparadores e dosagem de polímeros, e outro (de 10 pés) para os periféricos como quadros de comando, compressor.

b.2) **Nota:** Para utilização de container padrão de 40 pés, foi feita pela Sanepar estimativa do porte máximo do equipamento de adensamento (20 m³/h) e, portanto, máxima quantidade de lodo que pode ser tratada nesse skid.

b.3) *Utilizar EB e Termo de Referência para os serviços padronizados pela Sanepar.

b.4) Sugere-se que o encaminhamento do lodo desaguado para as caçambas seja feito por meio de caixa com bomba e mangote, evitando o uso de rosca transportadora.

b.5) Ainda, no caso de utilização de equipamentos de maiores rotações e, portanto, maiores ruídos, prever proteção acústica.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.1 Esta Nota Técnica pode ser alterada sempre que for necessário.

10. ANEXOS

10.1 ANEXO 01 – Fluxograma de processo de ETL mecanizada. Ver no módulo 16 do MPS.

11. RESPONSÁVEL(IS) PELA NOTA TÉCNICA E CONTROLE DE REVISÕES**Tabela 02 – Revisões.**

Rev.	Data	Descrição:	Elaboração:	Aprovação:
01	06/04/2020	Emissão inicial	Silvia Paffrath CREA PR 134968/D - GPES	Juliana Pilotto GPES
02	12/11/2021	Itens alterados (*): item 4, item 5 g e 5 h1, item 8.2, item 8.3, item 8.4, item 8.5, Anexos.	Silvia Paffrath CREA PR 134968/D - GPES	GPES
03	03/12/2021	Itens alterados (*): item 6.1 d.	Silvia Paffrath CREA PR 134968/D - GPES	GPES