

GEOSSINTÉTICOS PARA IMPERMEABILIZAR LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS LATICÍNIOS NO ESTADO DE RONDÔNIA

THIAGO CASTRO DE OLIVEIRA^{1*}; JESSICA RODRIGUES PIRES DA SILVA²; CLÁDICE NÓBILE DINIZ³

¹ Esp. em Piscicultura, Engenheiro Agrônomo, Porto Velho - Rondônia, castrobr@hotmail.com;

² Mestre em Tecnologias Ambientais e Sustentabilidade, Engenheira Química, Rio de Janeiro - RJ, jrsilva@peq.coppe.ufrj.br;

³ Dr^a. em Ciências da Informação, Prof^a. Adj., UNIRIO, Rio de Janeiro - RJ, cladice.diniz@unirio.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Apresenta a técnica de geossintéticos para reforço, separação/filtração e drenagem/impermeabilização, com ênfase nesta última para a aplicação de geomembranas de PEAD em lagoas de estabilização em estações de tratamento de resíduos industriais. A metodologia foi qualitativa com fins descritivos, apoiando-se em pesquisa bibliográfica e documental na legislação específica e normas técnicas e em pesquisa de campo. São apresentadas ilustrações de uso em três estabelecimentos industriais de laticínios situadas no Estado de Rondônia que usam geomembranas de PEAD para tratamento de efluentes oriundos da produção. Os resultados apontam que a aplicação de geomembranas é uma opção a ser considerada em novos empreendimentos que geram grandes quantidades de resíduos sólidos e líquidos, tendo em vista os benefícios para o ambiente, principalmente no que se refere à qualidade da água do lençol freático, sendo recomendado também para unidades agroindustriais familiares. Esse estudo visa contribuir com a difusão da tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Geossintético; Impermeabilização de lagoa de estabilização; Tratamento de resíduos; Geomembranas; PEAD.

GEOSYNTHETICS TO WATERPROOF STABILIZATION PONDS USED FOR TREATMENT OF DAIRY WASTEWATER IN THE ESTADO DE RONDÔNIA

ABSTRACT: Technique of geosynthetics for reinforcement, separation/filtration and drainage/waterproofing is presented, with emphasis in the latter for the application of HDPE geomembranes in stabilization ponds in industrial waste treatment plants. The methodology was qualitative for descriptive purposes, based on bibliographic and documentary research in the specific legislation and technical norms and in field research. Illustrations of use are presented in three industrial dairy wastewaters located in the Estado de Rondônia that use HDPE geomembranes to treat wastewaters from production. The results indicate that the application of geomembranes is an option to be considered in new projects that generate large amounts of solid and liquid waste, considering the benefits to the environment, especially with regard to water quality of the groundwater. It is also recommended for family agroindustrial units. This study aims to contribute to the diffusion of technology.

KEY WORDS: Geosynthetic; Waterproofing stabilization pond; Waste treatment; Geomembrane; HDPE.

INTRODUÇÃO

A partir do momento que se estabeleceu uma rotina de tratamento de água com vistas à sua potabilização para consumo humano, se tornou importante a questão de evitar o desperdício da água tratada, já que o tratamento envolve custos. Infelizmente o Brasil continua muito aquém do que deveria no tocante ao desperdício, com enormes perdas de água potável no sistema de distribuição conforme mostram dados do Sistema Nacional e Informações sobre Saneamento (SNIS). Particularmente o Estado de Rondônia aparece em nono lugar entre os estados brasileiros com piores

índices em perdas no faturamento total de água potável, da ordem de 50%, quando a média estadual nacional era 39,1%. Essa situação piora no índice de perdas na distribuição, desperdiçando acima de 500 l/dia/lig, quando a média para o país era 366,86 l/dia/lig. A capital do estado, Porto Velho, ocupa o terceiro lugar do país em nível de perda no faturamento total de água, com um desperdício de 68,87% e de 70,66% na distribuição, sendo a segunda cidade brasileira em desperdício por ligação, com perdas por ligação (l/dia/lig.) de 1.709,10 l/dia/lig.

Tanta perda leva a distribuição insuficiente da água potável para a população. Quanto a domicílios em aglomerados subnormais, com base no Censo IBGE 2010, o estado apresenta-se em último lugar, com 30% com água potável (Oliveira *et al.*, 2015). Ainda há um porcentual significativo da população utilizando água de poço. Esse fato torna-se preocupante tendo em vista o porcentual dos habitantes que têm acesso ao serviço de esgoto, que em 2015, na capital do estado era de apenas 2,7%.

Devido a esses números, ações em prol da proteção do lençol freático e das bacias hídricas devem ser consideradas, especialmente tendo em conta as exigências da Agroecologia. Nesse sentido, observou-se que a impermeabilização de bacias ou lagoas de tratamento em estações de tratamento de resíduos (ETR) está se tornando uma prática cada vez mais usual e vantajosa.

Neste texto, objetiva-se apresentar a tecnologia de geossintéticos, em especial para impermeabilização de lagoas. Descrições do uso da tecnologia em lagoas de decantação de três estabelecimentos industriais, três laticínios, no Estado de Rondônia são apresentadas. Deseja-se contribuir com a difusão de conhecimentos sobre a tecnologia no estado e sua aplicabilidade, em particular apoiando unidades agroindustriais familiares.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia é qualitativa com fins descritivos sobre o uso de geossintéticos em especial para lagoas de tratamento. Foi feita pesquisa bibliográfica na literatura especializada sobre o geomembranas, particularmente a de polietileno de alta densidade (PEAD). Apresentam-se ilustrações de seu uso no Estado de Rondônia obtidas por pesquisa de campo, estudando três plantas que utilizam a tecnologia, em três estabelecimentos industriais de laticínio: Laticínio Tropical, situado em Buritis, RO; laticínio familiar, em União Bandeirantes, RO; e o Laticínio Monte Verde, localizado em Mirante da Serra, RO. Considerou-se ainda pesquisa documental na legislação específica e nas normas técnicas ABNT pertinentes ao tema geossintéticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mantas geossintéticas vêm sendo utilizadas há algum tempo na engenharia e estão em franco crescimento. Elas podem apresentar essencialmente funções de reforço, separação/filtração e impermeabilização/drenagem. O reforço é usado para conter e confinar uma camada de solo, fornecendo uma elevada rigidez a fundação e melhorar sua capacidade de carga. Um exemplo de aplicação é apresentado por Bezerra *et al* (2016), de uso de geocédulas e geocolchões para proteger as dunas de areias da praia de Jenipabu, RN, recobrimo-as com mantas para aumentar a rigidez no local de passagem dos veículos turísticos, protegendo suas integridades.

A função de separação/filtração ocorre quando a manta é usada como uma bolsa filtrante, onde o material a ser filtrado é disposto dentro da bolsa e desaguado visando sua redução de volume. O estudo de Guanaes *et al.* (2009) apresenta o uso de geossintéticos de polipropileno e poliéster para desaguamento do lodo provenientes dos processos de tratamento em estações de tratamento de água (ETA), que corresponde a 0,4% de todo o volume tratado. Eles conseguiram uma concentração de sólidos 4,9 vezes superior ao original no lodo desaguado com os geossintéticos (medido em mg/L), reduzindo substancialmente os sólidos totais (sólidos suspensos mais sólidos dissolvidos) no percolado, que além disso tinha baixa turbidez. Houve também redução da umidade da torta de 90% na melhor condição de todas, operando com manta de polipropileno, sendo o maior inconveniente o decréscimo acentuado da vazão filtrada devido à formação de incrustação (película) na interface do geotêxtil com o material em desaguamento, o que não impede a técnica de ter sido bem sucedida.

Outro estudo nessa temática é o de Ferreira & Viana (2013) que também estudou o desaguamento de lodos de ETA bem como de água de lavagem de filtros; para os lodos, 98,6% de eficiência de desaguamento foi alcançada, com recuperação de 40% da água e sólidos concentrados em oito vezes, um lodo que pode ser descartado sem necessidade de mais acondicionamento. A água de lavagem teve um desempenho pífio de retenção de sólidos, o que foi atribuído à sua baixa

concentração de sólidos e consequente ausência de formação de película, concluindo que a eficiência de filtração depende da formação película na interface lodo desaguado/geossintético.

A função de impermeabilização/drenagem ocorre quando o geossintético é usado com função impermeabilizante, orientando o líquido recolhido para uma rede de drenagem e impedindo sua percolação no solo, o que poluiria o solo e o lençol freático. Enfim, gera a impermeabilização do solo e o protege de problemas como toxicidade e garante zero infiltração. Mantas geossintéticas complementam ou substituem o uso de materiais naturais de baixa permeabilidade como a argila.

As legislações ambientais obrigam a impermeabilização em lagoas de tratamento de ETE (lagoas de estabilização), para minimizar efeitos de contaminação do lençol freático, assim como uso em aterros sanitários para impedir a percolação do lixiviado do aterro (chorume) e alguns ambientes de mineração. Também podem ser utilizados geossintéticos utilizado na irrigação, para a captação e represamento de água para aplicação em lavouras; e nos tanques de criação de peixe, animais que produzem muitos resíduos fecais que podem contaminar a água do subsolo. Sendo assim são algumas opções para instalações dos serviços: Aterros Sanitários, Industriais e Hospitalares, Barragens de Rejeito, Bacias de Contenção, Lagoas para Tratamento de Efluentes (lagoas de estabilização aeróbia, anaeróbica, facultativas e de maturação), Canais de Adução, Mineração, Canais de Irrigação, Lagoas de Vinhaça, Reservatórios de Água, Biodigestores, Lagoas para Piscicultura e Lagoas Ornamentais.

Quanto aos conceitos pertinentes aos geossintéticos, o Manual Brasileiro de Geossintéticos (MGB) descreve a geomembrana (GMB) como um produto bidimensional de baixíssima permeabilidade, composto predominantemente por materiais termoplásticos, elastoméricos e asfálticos, utilizado para controle de fluxo e separação, nas condições de solicitação (MBG, 2004, p.9). São feitas a partir de finas camadas poliméricas contínuas, podendo também ser fabricadas a partir da impregnação geotêxtil com asfalto, pulverização elastomérica e material betuminoso. A aplicação de Geomembrana de (PEAD) nos reservatórios foram especialmente desenvolvidos em Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com aditivos incorporados (negro de fumo, antioxidantes e termoestabilizantes), proporcionando alta durabilidade e excelente desempenho em solicitações físicas, mecânicas e químicas.

Para que os geossintéticos cumpram as suas funções há uma série de propriedades que eles devem respeitar, no que diz respeito à suas características, como é o caso da sua espessura, da sua massa superficial, da sua porosidade, da transmissividade, da permissividade, da resistência à tração, da resistência ao rasgamento, da resistência ao punçamento e da deformabilidade. As necessidades sobre aquelas características variam função da sua aplicação.

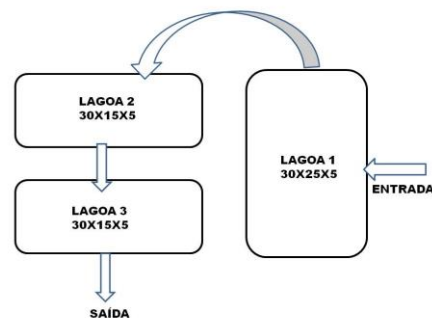
A classificação, definições e siglas dos geossintéticos estão na descritos com maiores detalhes na nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) referentes a biossintéticos. Algumas em destaque: NBR ISO 11058:2013 - Determinação das características de permeabilidade hidráulica normal ao plano e sem confinamento; NBR ISO 12958:2013 — Determinação da capacidade de fluxo no plano sob carga hidráulica; NBR ISO 12956:2013 — Determinação da abertura de filtração característica e NBR ISO 9864:2013 - determinação da massa por unidade de área de geotêxteis e produtos correlatos para propósitos de identificação e uso em tabelas de propriedades técnicas dos produtos (ABNT, 2013).

No estudo, levantaram-se por pesquisa de campo três estabelecimentos industriais de laticínio, de pequeno e médio porte, que usaram a tecnologia de mantas geossintéticas para a impermeabilização das lagoas de estabilização utilizada para tratamento de efluentes líquidos oriundos da produção dos laticínios. Os três estabelecimentos são apresentados para ilustração de uso: 1) Laticínio Tropical, situado em Buritis, RO - uma fábrica de médio porte, onde venda dos produtos da empresa são para atender o mercado no Sudeste e usou 10 bobinas para recobrir os tanques, totalizando 5900 m² de mantas; 2) Laticínio familiar, em União Bandeirantes, RO – mão de obra toda familiar, venda dos produtos da empresa para pizzarias padarias e supermercados de Porto Velho, usou três bobinas, totalizando 1500m² de mantas; 3) Laticínio Monte Verde, em Mirante da Serra, RO - empreendimento de pequeno porte, venda dos produtos da empresa para atender o mercado no sudeste, e usou cinco bobinas totalizando 2950m² de manta. Um fato a ser enfatizado é esses empreendimentos buscam contribuir com a comunidade local, adquirindo o leite de pequenos produtores da região, fornecendo o caminhão para coleta e, em alguns casos, também o tanque de resfriamento de leite.

O modelo de sistema normalmente utilizado na região de Rondônia e Acre é o utilizado nos três estabelecimentos de laticínios. É uma configuração em série, com as medidas expostas na Figura

1, e têm profundidades que variam entre dois e cinco metros, configurando assim que as lagoas sejam anaeróbicas.

Figura 1: Esquema de lagoas de estabilização usual na região de Rondônia e Acre. Medidas de comprimento x altura x profundidade e em metros.



Fonte: Da própria autora Silva, J. R. P. ; 2018.

As fotografias 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ilustram a instalação das mantas geossintéticas de PEAD nesses empreendimentos.

Fotografias 1, 2, 3 e 4: Aplicação de geomembrana PEAD em lagoa de decantação da fábrica Laticínio Tropical em Buritis/RO.



Fonte: Do próprio autor Oliveira, T. C., 2012.

Fotografias 5 e 6: Aplicação de geomembrana PEAD em lagoa de decantação da fábrica de laticínio Monte Verde em Mirante da Serra-Ro



Fonte: do próprio autor Oliveira, T. C., 2015.

Os efluentes dessas indústrias têm as seguintes origens: 1) Descartes e descargas: descarte de soro, leiteiro, água de filagem, e leite ácido, descargas de misturas de leite e água por ocasião do início e interrupção de funcionamento de pasteurizadores, trocadores de calor, separadores e evaporadores; Descargas de sólidos de leite retidos em clarificadores; Descarte de finos oriundos da fabricação de queijos; Descarga de produtos e materiais de embalagem perdidos nas operações de empacotamento, inclusive aqueles gerados em colapsos de equipamentos e na quebra de embalagens; 2) Processo de higienização: enxágue para remoção de resíduos de leite ou de produtos derivados que ficam aderidos em latões de leite, tanques diversos (transporte, armazenamento, produção), tubulações de leite e mangueiras de soro, bombas, equipamentos e utensílios diversos utilizados diretamente na produção, Higienização de pisos e paredes); e 3) Vazamentos e derramamentos devido a: Operação e manutenção inadequadas de equipamentos, Transbordamento de tanques, equipamentos e utensílios diversos; Negligência na execução de operações, o que pode causar derramamentos de líquidos e de sólidos diversos em locais de fácil acesso às tubulações de esgotamento de águas residuárias.

Esses efluentes possuem elevada carga poluidora devido principalmente a sua elevada carga orgânica e são por isso acondicionados em lagoas de estabilização para tratamento. As lagoas de estabilização são basicamente grandes reservatórios de pequena profundidade as águas residuárias

brutas ou pré-tratadas são estabilizadas/degradadas/oxidadas por processos biológicos que envolvem principalmente bactérias e algas. Os principais tipos de lagoas de estabilização convencional são as anaeróbias, facultativas e de maturação, que quando recebem aeração mecânica podem ser chamadas de lagoas aeradas (Silva *et al*, 2008). O lodo resultante da estabilização biológica é decantado junto aos sólidos suspensos do efluente, formando logo que acumula no fundo das lagoas. Essas lagoas geralmente são limitadas por diques de terra, paredes de contenção ou, no caso, por mantas geossintéticas de forma a impedir a percolação do lodo e do efluente em tratamento pelo solo.

Em pesquisa de campo, encontrou-se na região de Rondônia e Acre, o valor do m² de manta geossintética de PEAD para recobrimento de solo varia de R\$15,00 a R\$50,00, conforme a espessura da manta, de 0.8mm ou 1.00mm ou 1.5mm. As mantas vêm em bobinas de 100m por 5.9m totalizando 590m² por bobina. Assim, se pode calcular o valor do principal item de custo em uma aplicação.

CONCLUSÃO

Apresentaram-se de forma sucinta as possibilidades do uso de materiais geossintéticos, em particular para a impermeabilização e geocontenção de bacias e lagoas de decantação em estações de tratamento de resíduos industriais usando a geomembrana de PEAD. O principal benefício do emprego do método é a conservação ambiental, principalmente no que se refere à qualidade da água do lençol freático e de escoamento superficial, o que faz com que seu investimento seja compensado na aplicação em novos empreendimentos, principalmente, aqueles que geram grandes quantidades de resíduos sólidos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e à CONAFER - Confederação Nacional de Agricultores Familiares e Empreendedores Familiares Rurais do Brasil e ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) pela concessão de bolsas de pesquisa extensionista à coautora Cládice Nóbile Diniz.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 9864*: Determinação da massa por unidade de área de geotêxteis e produtos correlatos para propósitos de identificação e uso em tabelas de propriedades técnicas dos produtos. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. *NBR ISO 11058*: Determinação das características de permeabilidade hidráulica normal ao plano e sem confinamento. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. *NBR ISO 12958*: Determinação da capacidade de fluxo no plano sob carga hidráulica. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. *NBR 12593*: Geossintéticos – Geotêxteis – Amostragem e preparação de corpos de prova – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. *NBR ISO 12956*: Determinação da abertura de filtração característica. Rio de Janeiro, 2013.
- Oliveira, G *et al*. Perdas de Água: Desafios ao Avanço do Saneamento Básico e à Escassez Hídrica. São Paulo: Go Associados, 2015, 113 p.
- Bezerra, E.A. *et al*. Estudo sobre a utilização de geossintéticos na preservação e restauração das dunas na praia de Jenipabu, Rio Grande do Norte, Brasil, 2016, XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica COBRAMSEG 2016.
- Ferreira, B.O., Vianna, M.R. Eficiência do desaguamento de lodos de decantadores e água de lavagem de filtros de estação de tratamento de água através de filtros geotêxteis: estudo de caso. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcos_R_Vianna/publication/265851596_. Acesso em: 20 de maio de 2018.
- Guanaes, E.A. *et al*. Análise laboratorial do desaguamento do lodo residual de estação de tratamento de água por meio de geossintéticos, 2009, Educ. Tecnol., Belo Horizonte, v. 14, n. 2, p. 33-39, mai./ago. 2009
- MGB. MANUAL BRASILEIRO DE GEOSSINTÉTICOS. José Carlos Vertematti (Coord.). São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., 2004, p.9.
- Silva, F.J.A. *et al*. Esgotamento sanitário: processos de tratamento e reuso de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). Salvador: ReCESA, 2008. 179 p.