

INCORPORAÇÃO DO LODO DE ESGOTO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS

Michele Aparecida dos Santos NOBREGA*, Montcharles da Silva PONTES & Etenaldo Felipe SANTIAGO

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Grupo de Estudos em Recursos Vegetais, Centro de Estudos em Recursos Naturais, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Mato Grosso do Sul, Brasil.

*Autor para correspondência: nobrega_michele@yahoo.com.br

DOI: <http://dx.doi.org/10.18571/acbm.121>

RESUMO

A disposição final dos resíduos sólidos tem sido um agravante nas questões ambientais, pois seu despejo incorreto promove danos à saúde pública e ao meio ambiente. Baseado em suas características químicas, os biossólidos tem potencial para uso em substratos de plantas, demandando estudos de espécies que sejam tolerantes, passíveis de serem utilizadas em modelos de produção vegetal, bem como para recuperação de áreas degradadas. Neste sentido, esta revisão objetiva alertar e informar a população em geral e os profissionais da área de restauração ambiental quanto à atuação do lodo de esgoto como coadjuvante na composição de substrato para produção de mudas de espécies florestais nativas. Tais informações podem contribuir para a elaboração de protocolos para a produção de substrato para mudas nativas, substrato este que seja de baixo custo de produção e que contribua para a melhoria ambiental.

Palavras chave: Biossólido; Resíduos; Reuso; Substrato.

ABSTRACT

The final disposal of solid wastes has been aggravating in environmental issues, because its incorrect dump promotes damage to public health and the environment. Based on their chemical characteristics, the biosolids have potential for use in plant substrates, requiring studies of species that are tolerant, liable to be used in production models, as well as for recovery of degraded areas. In this sense, this review aims at alerting and informing the general population and environmental manager professionals about the acting of sewage sludge as tool in substrate composition in seedlings production. Such information can contribute to the elaboration of protocols for producing substrate for native seedlings, this substrate that is of low production cost and to contribute to environmental improvement.

Keywords: Biosolid; Reuse; Substrate; Waste.

1 Introdução

Toda atividade antrópica acarreta em impactos ambientais, alguns mais agravantes. Atualmente, dentre as grandes preocupações da sociedade encontram-se a alta taxa de desmatamento, o aumento na produção de lixo (resíduos urbanos e industriais) e a poluição das águas. Tais atividades têm sido praticadas desde os primórdios da sociedade, no entanto, só agora tem se tomado consciência das consequências, por exemplo, do descarte inadequado de resíduos industriais e/ou domésticos, que causam mal odor e riscos diretos à saúde pública, e indiretos, por

meio da poluição de mananciais, corpos d'água (rios, lagos) e a contaminação do solo (NOBREGA et al., 2014).

O histórico de uso e ocupação dos solos brasileiros seguiu o modelo de desenvolvimento agrícola, que resultou em grande degradação de recursos naturais (RODRIGUES, 2001). Além disso, com a expansão das cidades, e o aumento da atividade agropecuária, grandes áreas de vegetação nativa foram desmatadas, alterando o ciclo ecossistêmico e desequilibrando os habitats naturais.

Segundo Santos et al. (2012), o planejamento e o uso inadequado dos recursos naturais têm resultado na degradação dos ecossistemas. De modo que, a cobertura vegetal, que originalmente ocupava a maior parte do território brasileiro, vem historicamente cedendo espaço para atividades antrópicas (SCALON et al., 2009), em especial as atividades agropecuárias (LONGO et al., 1999). A crescente preocupação em remediar os danos ocasionados pelas atividades humanas, tal como recuperar áreas nativas degradadas, tem estimulado a elaboração de projetos que visem recuperar e/ou preservar os biomas e suas características naturais.

O Brasil abriga 20% da diversidade global, possuindo a flora mais rica do planeta (BRASIL, 2012; MYERS et al., 2000), englobando seis biomas (AQUINO e OLIVEIRA, 2006), os quais apresentam características específicas de fauna e flora que estão sujeitas a alterações quando sofrem interferências externas, podendo acarretar a redução de espécies e a perda da diversidade em diferentes níveis.

Devido à especificidade de cada bioma torna-se essencial conhecer, estudar e preservar as características nativas destes ambientes. Pois, as características encontradas em uma dada espécie em um bioma, podem ser diferentes em outro. A região Centro-Oeste do Brasil engloba dois dos principais ecossistemas brasileiros, o Pantanal e o Cerrado, conhecidos por sua importância fundamental na conservação da biodiversidade.

O Pantanal é a maior planície alagada, sendo conhecido pela sua diversidade em fauna e flora (POTT et al., 2011). Sua vegetação apresenta adaptações que permite sua ocorrência e permanência neste bioma, mesmo mediante a dinâmica de inundação e fogo.

Próximo a este bioma, e até mesmo em ecótonos, podem ser encontrados fitofisionomias típicas de Cerrado (Figura 1). Este ecossistema é caracterizado por apresentar diversas fitofisionomias englobando fauna e flora de savanas, matas, campos, mata de galeria e matas semidecíduais (EITEN, 1977). Compõe-se por diversas fitofisionomias, englobando desde campos limpos até formações arbóreas, sendo que a mais comum é uma formação aberta de árvores e arbustos baixos coexistindo com uma camada rasteira de gramíneas (MMA, 2007).



Figura 1: Fragmento florestal de Cerrado localizado no município de Dourados, MS. Imagem aérea em veículo não tripulado. Coordenadas: 22°13'16"S; 54°48'20"W.

Constitui o segundo maior bioma brasileiro, com uma área de 2.036.448 milhões de hectares (IBGE, 2006), ocupando a área central do Brasil, englobando os estados de Goiás, Distrito Federal, e parte dos Estados de Minas Gerais, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Bahia, Tocantins, Maranhão, Piauí e Pará (SANO et al., 2008).

Conhecido como a Savana Brasileira, abriga um terço da biodiversidade brasileira e aproximadamente 5% da flora e fauna mundial (HOGAN et al., 2002); dentre suas espécies, 137 estão ameaçadas de extinção (MARRIS, 2005). De acordo com Mittermeier et al. (2004), é considerado um *hotspot*, ou seja, um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta. Muitos dos fragmentos de vegetação neste bioma estão reduzidos a pequenas reservas ocasionando, praticamente, o desaparecimento de fitofisionomias em alguns locais.

Devido às suas características, apresenta papel estratégico quanto ao desenvolvimento socioeconômico do país (FERREIRA et al., 2009), sendo responsável pelo abastecimento de nascentes que originam seis das oito maiores bacias hidrográficas brasileiras (OLIVEIRA-FILHO e LIMA, 2002); também é conhecido pela sua alta capacidade de armazenamento de carbono (SAWYER et al., 2002; HOGAN et al., 2002).

Suas espécies são economicamente importantes, sendo utilizadas para fins medicinais, alimentícios e nas indústrias madeireiras (PEREIRA et al., 2011), indústrias farmacêuticas e na recuperação de áreas degradadas. Por outro lado, com a expansão das fronteiras agrícolas, este

bioma vem sofrendo uma grande perda de território, restringindo-se a pequenas áreas preservadas (HOGAN et al., 2002). Segundo Machado et al. (2004), 55% da área do Cerrado já foi desmatada ou transformada pela ação humana, o equivalente a uma área de 880.000km², quase três vezes maior que a Amazônia brasileira.

A necessidade de preservação deste bioma justifica o estudo de suas espécies nativas visando tanto a preservação de espécies como a restauração de habitats (MARRIS, 2005). Os conhecimentos sobre a fisiologia de espécies nativas que apresentam potencial para revegetação, sobretudo de áreas degradadas, é fundamental para implantação de programas de conservação ambiental (CAIRO et al., 1994), sobretudo, quando são incorporadas práticas de reutilização de resíduos.

Em busca de remediar os problemas ocasionados pelas ações antrópicas, houve um aumento na busca por metodologias ambientalmente corretas que visem minimizar os impactos gerados pela expansão das cidades e da atividade agropecuária e pela crescente produção de resíduos domésticos e industriais. Estas iniciativas tornam-se fundamentais para a proteção de biomas fragilizados.

2 Lodo de Esgoto

Os serviços de saneamento básico tendem a gerar resíduos que podem ser tóxicos, prejudicando o meio ambiente e a saúde das pessoas, criando a necessidade de serem pesquisadas novas metodologias que reduzam os efeitos negativos e que sejam de baixo custo de implantação. Como fatores de risco à biodiversidade, a produção de resíduos urbanos e industriais é responsável pela contaminação dos solos e recursos hídricos (VON SPERLING, 2006).

Ao final do tratamento de águas residuais e do tratamento de esgoto é gerado um resíduo de composição variável e em grande volume (BETIOL e CAMARGO et al., 2000), cuja disposição final tem preocupado os órgãos responsáveis pelo seu controle. Este material é denominado popularmente como lodo de esgoto e/ou tecnicamente como biossólido. De acordo com Andreoli et al. (2006), esse material recebe a denominação de lodo de esgoto quando é proveniente do tratamento final das estações de tratamento de esgoto (ETE), conforme apresentado na Figura 2. É considerado como biossólido quando apresenta características que permitem sua reutilização em meio agrícola.



Figura 2: Processo de secagem e floculação do lodo de esgoto. Estação de tratamento de esgoto (ETE) Guaxinim-SANESUL. Dourados, MS.

Ambos os materiais apresentam composição correspondente à sua origem (ABREU JUNIOR et al., 2005), de modo que antes de se selecionar a metodologia que será utilizada para a reciclagem e/ou reaproveitamento, é fundamental a realização de análise química afim de quantificar e identificar metais, matéria orgânica, macro e micronutrientes presentes. Apesar da sua variação, em contexto geral esse resíduo é composto por alta taxa de matéria orgânica e água, que pode favorecer o desenvolvimento de patógenos. Estima-se que 95% do resíduo é constituído por água (VON SPERLING, 2006) e 40% de matéria orgânica (BETTIOL e CAMARGO, 2006).

Quanto à composição química, este resíduo destaca-se pela quantidade de elementos e toxicidade ambiental, podendo apresentar metais tóxicos à saúde da população, por exemplo, cádmio e chumbo, mas, também nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, como nitrogênio e cálcio. Devido a diversos fatores como origem, método de tratamento da ETE, e fatores externos (temperatura e umidade), os elementos presentes na composição do resíduo apresentam-se desbalanceados do ponto de vista nutricional para as plantas (FERNANDES, 2010), a ponto de interferir na sua utilização como substrato (VAN RAIJ et al., 1996). Porém, os conhecimentos a respeito de seus efeitos sobre o desenvolvimento de espécies nativas são ainda insuficientes. Ressaltando a necessidade de estudos que colaborem com o desenvolvimento de metodologias para seu reuso.

Além da questão da toxicidade do lodo em virtude de sua composição química, o grande volume de material gerado se constitui em problema para a sua destinação final. O gerenciamento final dos resíduos de ETE é um dos principais desafios, devido à grande quantidade gerada e pela toxicidade do material (SCHIRMER, 2010).

Dados do IBGE (2008) apontam que apenas 55,2% dos municípios brasileiros possuem serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, o que corresponde a apenas 3% a mais que no ano de 2000, abrangendo somente 28,5% de municípios com tratamento de esgoto.

Em 2010, apenas 30% da população urbana brasileira tinha rede de coleta e tratamento de esgoto, com produção de aproximadamente 220 toneladas de matéria seca por ano (PEDROZA et al., 2010). Apesar de ter aumentado o número de municípios com estações de tratamentos, ainda é pequeno se comparado com a população do país.

A quantidade de material gerado é equivalente ao número de cidades com estações de tratamento de esgoto e, conseqüentemente, acarreta no problema de sua disposição final. Nesse contexto, a busca por melhorias na saúde pública tem gerado aumento na procura de metodologias para a reutilização do resíduo produzido pelas estações.

A disposição final do lodo de esgoto precisa minimizar e, preferencialmente, até eliminar a possibilidade de disseminação de doenças ocasionadas pelos patógenos encontrados no material, bem como a contaminação por metais pesados (TSUTIYA, 2000).

Segundo Andreoli et al. (2001), a maior parte do material tratado pelas ETEs, tem sua disposição final por meio de três formas: incineração e disposição em aterros sanitários, sendo este o destino mais comum para este resíduo (VIEIRA et al., 2011), e o uso agrícola. As duas primeiras metodologias tendem a causar impactos ambientais prejudiciais, tais como a disseminação de doenças, além de apresentarem um custo elevado para ser colocadas em prática.

Neste âmbito, torna-se necessário a busca de metodologias que apresentem benefícios ambientais, reciclagem do material e redução de custos, dentre estas encontram-se: o uso agrícola na forma de substrato e/ou fertilizante, produção de bio-óleo, fabricação de tijolos e cerâmicas, além da produção de concreto (BURGER et al., 2008).

A despeito das alternativas de reuso do lodo de ETE, o seu emprego na agricultura parece ser a forma mais comum e promissora (TRAZZI, 2011; CALDEIRA et al., 2012). Diversos estudos abordam o potencial do biossólido na incorporação de substratos. A utilização racional do lodo em

áreas agrícolas, além de atender a necessidade de reciclagem e minimizar o problema de descarte dos resíduos industriais, contribui para a produção de fertilizante orgânico e como condicionador de solos (SOUTO et al., 2005).

A utilização de plantas no tratamento de esgoto representa uma metodologia que vem ganhando espaço devido aos efeitos benéficos, ambientalmente corretos e de baixo custo (ALMEIDA et al., 2005).

3 Incorporação do lodo de esgoto como substrato alternativo para plantas nativas

Dentre as metodologias alternativas para a destinação final do lodo de esgoto, sua utilização como fertilizante e na incorporação de substrato de plantas tem se destacado devido aos seus benefícios ambientais; sua conceituação como resíduo renovável é vantajosa e estimulante para a busca de novas metodologias (FARIA et al., 2013).

A utilização de resíduos de estações de tratamento é uma prática antiga, e remete a China e a Prússia, com práticas datadas desde 1560 (BETTIOL e CAMARHO, 2006). No Brasil, ainda é uma prática recente, regulamentada pela resolução do CONAMA nº 375/2006 (CONAMA, 2006). Apesar do pouco conhecimento brasileiro nesta área, são crescentes os estudos de metodologias de reuso, estimulados, sobretudo, por questões de cunho ambiental, tais como a melhoria da qualidade ambiental e a recuperação de áreas degradadas.

O emprego de resíduos na agricultura é uma prática comum, tendo como exemplo a aplicação de esterco nas pequenas plantações, conteúdo ruminal e bagaço de cana-de-açúcar como fertilizantes e/ou adubo, sendo que estes resíduos orgânicos tendem a minimizar a utilização de insumos comerciais reduzindo assim custo na produção de mudas (SILVA et al., 2001). Partindo desta premissa, começaram a surgir pesquisas tendo o mesmo objetivo, porém utilizando resíduos de estações de tratamentos de esgoto.

A pesquisa de resíduos que possam ser utilizados na composição de substrato tem destacado a incorporação de resíduos provenientes das ETEs para a produção de mudas de espécies arbóreas nativas (GUERRINI e TRIGUEIRO, 2003; MEDEIROS et al., 2007; PONTES et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2016; PONTES et al., 2016).

Dentre as vantagens desta prática, destacam-se a fonte de matéria orgânica e de macro e micronutrientes, constituindo ainda em alternativa para a disposição do material de modo ambientalmente desejável, favorecendo a produção de mudas de espécies florestais nativas e de cultivares, a Tabela 1, apresenta as características nutricionais do lodo de esgoto coletado em Dourados, Mato Grosso do Sul (CALDEIRA et al., 2013). Este resíduo apresenta resultados significativos em diferentes pesquisas com espécies florestais, ressaltando o seu efeito benéfico na composição de substrato (DELARMELINA et al., 2013).

Tabela 1: Caracterização química do lodo de esgoto coletado no município de Dourados, MS.

Elementos	Lodo de esgoto	Valores
N	2.93 ± 0.0353553	%
P	0.90 ± 0.0212132	%
K	0.07 ± 0	%
Ca	1.55 ± 0.0565685	%
Mg	0.21 ± 0.0070711	%
Na	0.07 ± 0	%
Cu	325.44 ± 17.69181	mg/Kg
Fe	12524.53 ± 221.1123	mg/Kg
Mn	271.23 ± 7.997378	mg/Kg
Zn	769.38 ± 20.78187	mg/Kg
C _{TOTAL}	22.57	%
Umidade	53.44	%
pH	7.39	-

Embrapa/CPAO. Dourados, MS. 2014.

A utilização de lodo de esgoto na agricultura vem ganhando espaço devido ao seu efeito benéfico em propriedades do solo (OLESZCZUK et al., 2012) e como fertilizante em cultivos de plantas, aumentando a disponibilidade de nutrientes no solo (FYTILI e ZABANIOTOU, 2008). O uso de biossólido nas técnicas de recuperação de áreas degradadas é interessante por abranger tanto a reutilização do resíduo quanto por produzir mudas com qualidade fisiológica para serem implantadas no ambiente impactado. Podendo o mesmo passar por processos como a compostagem, vermicompostagem, ser incorporado a outros resíduos ou na preparação de soluções para fertirrigação (Figura 3).



Figura 3: Lodo de esgoto compostado incorporado a resíduo de bagaço de cana-de-açúcar e preparação de solução para fertirrigação com lodo de esgoto em diferentes concentrações.

Diversos trabalhos recentes apresentam bons resultados com a utilização do lodo de esgoto incorporado ao substrato, segundo Silva et al. (2012) a aplicação de lodo de esgoto em plantios de *Corymbia citriodora* beneficiou a produção de biomassa foliar, de óleo essencial e madeira, além de propiciar o melhor balanço nutricional da espécie. Já Scheer et al. (2012) observaram que os compostos à base de lodo de esgoto indicaram um crescimento para a espécie *Prunus brasiliensis* maiores aos obtidos pelos tratamentos utilizando substrato comercial.

Os resultados de Delarmelina et al. (2013) indicaram que os tratamentos que continham lodo de esgoto e composto orgânico em sua composição, proporcionaram os melhores resultados

para as características morfológicas relacionadas ao crescimento das mudas de *Sesbania virgata*, tal resultado foi corroborado por Pontes et al. (2016) com a utilização de lodo de esgoto compostado preparado em solução para fertirrigação, em que, as plântulas de *Sesbania virgata* tratadas com a solução apresentaram melhor qualidade fisiológica e partição de biomassa quando comparadas as que utilizaram apenas o substrato comercial.

Tais trabalhos, reforçam a necessidade de estudos e projetos que visem a aplicação de resíduos emergentes com potencial nutricional, a produção de mudas de espécies nativas. Visando a redução de gastos com insumos químicos e substratos comerciais, materiais estes, necessários para projetos de recomposição da cobertura vegetal de áreas degradadas (Figura 4).



Figura 4: Plântulas de *Peltophorum dubium* e *Sesbania virgata* cultivadas em substrato a base de lodo de esgoto. UEMS, Dourados, MS.

4 Considerações finais e perspectivas futuras

As técnicas de recuperação de áreas degradadas com biossólido possibilitam tanto a reutilização desse material quanto a produção de mudas. A restauração de áreas degradadas neste contexto torna-se ainda mais interessante considerando que a própria produção das mudas envolveria a utilização de resíduos. Deste modo, estudos sobre viabilidade do emprego de resíduos de ETE na produção de mudas nativas são importantes tanto para o aproveitamento e melhor destino do resíduo quanto para o entendimento do potencial contaminante dos compostos incorporados à biomassa vegetal e ao substrato de cultivo.

A disposição final do lodo de esgoto na composição de substratos alternativos é ambientalmente correta e de baixo custo (DUARTE et al., 2011), devido à riqueza em matéria orgânica, podendo aumentar a fertilidade do solo e a retenção de água no solo. Também pode propiciar benefícios indiretos como a melhoria do crescimento das árvores e, conseqüentemente, a deposição de serapilheira ao solo, promovendo a ciclagem dos nutrientes (PAEZ, 2001).

O domínio de técnicas que compatibilizem o uso de resíduos de lodo de esgoto na produção de mudas nativas contribui com ações de restauração ambiental, no entanto, requer estudos sobre a fisiologia de espécies nativas em resposta a diferentes concentrações deste resíduo.

5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento

do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, FUNDECT, Mato Grosso do Sul e Empresa de Saneamento Básico de Mato Grosso do Sul, SANESUL.

6 Referências

ABREU-JUNIOR, C.H.; BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J.C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 4, p. 391-470, 2005.

ALEIXO, A.; ALBERNAZ, A.L.; GRELE, C.E.V.; VALE, M.M.; RANGEL, T.F. Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 8, n. 2, p.194-196, 2010.

ANDREOLI, C.V.; TAMANIN, C.R.; HOLSBACH, B.; PEGORINI, E.S.; NEVES, P.S. **Uso de lodo de esgoto na produção de substrato vegetal**. In: biossólidos - alternativas de uso de resíduos do saneamento. Rio de Janeiro: Editora ABES, 398, 2006.

AQUINO, F.G.; OLIVEIRA, M.C. **Reserva legal do bioma Cerrado: uso e preservação**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2006. (Documentos/Embrapa Cerrados).

BRASIL. **Biodiversity in Brazil**. United Nations conference on Biological Diversity (COP11). Hyderabad, India. 2012.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000.

BETTIOL W.; CAMARGO, O.A. **Lodo de Esgoto, impactos ambientais na agricultura**. 1ª ed. Jaguariúna SP: EMBRAPA Meio Ambiente, 2006. 346p.

BURGER, L.W.; HERSELMAN, J.E.; MOODLEY, P. **Guidelines for the utilization and disposal of wastewater sludge: Volume 5 – Thermal treatment and commercial products**. Republic of South Africa: WRC Report, 79, 2008.

CAIRO, P.A.R.; OLIVEIRA, L.E.M.; DELÚ-FILHO, N. Determinação das condições ótimas para o ensaio in vitro da redutase do nitrato em algumas espécies arbóreas. **Revista Árvore**. v.18, p.87-95, 1994.

CALDEIRA, M.V.W.; PERONI, L.; GOMES, D.R.; DELARMELINA, W.M.; TRAZZI, P.A. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill). **Scientia Forestalis**. v. 40, p. 15-22, 2012.

CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; FARIA, J.C.T.; JUVANHOL, R.S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**. v. 37, p. 31-39, 2013.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Definir critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dar outras providências. Resolução n.º 375, de 29 de agosto de 2006.

DELARMELINA, W.M.; CALDEIRA, M.V.W.; FARIA, J.C.T., GONÇALVES, E.O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, v.7, p. 184-192, 2013.

DUARTE, R.F.; SAMPAIO, R.A.; BRANDÃO-JUNIOR, D.S.; SILVA, H.P.; PARREIRAS, N.S.; NEVES, J.M.G. Crescimento inicial de mudas de *Acacia mangium* cultivadas em mantas de fibra de coco contendo substrato de lodo de esgoto. **Revista Árvore**. v.35, n. 1, p. 69-76, 2011.

EITEN, G. **Delimitação do conceito de Cerrado**. Arquivos do Jardim Botânico, Rio de Janeiro, v. 21, p. 125-134, 1977.

FARIA, J.C.T.; CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; LACERDA, L.C.; GONÇALVES, E.O. Substratos à base de lodo de esgoto na produção de mudas de *Senna alata*. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p. 342-351, 2013.

FERNANDES, J.O. Estudos de melhorias do processo de aproveitamento de resíduos do tratamento de esgotos sanitários para geração de biocombustíveis. **Monografia** (Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 50, 2010.

FYTILI, D.; ZABANIOTOU, A. Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods—a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.12, p. 116–140, 2008.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestals**. v.64, p. 150-162, 2003.

HOGAN, D.J.; CUNHA, J.M.C.; CARMO, R.L. Uso do solo e mudança de suacobertura no Centro-Oeste do Brasil: consequências demográficas, sociais e ambientais. In: HOGAN, D. J. et al. (Orgs.) **Migração e ambiente no Centro-Oeste**. Campinas: PRONEX/UNICAMP, 149-174p, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas de Biomas. Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão**. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento básico. Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão**. 219, 2008.

LONGO, R.M.; ESPÍNDOLA, C.R.; RIBEIRO, A.Í. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de cerrado e floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.3, n. 3, p. 276-280, 1999.

MACHADO, R.B.; RAMOS NETO, M.B.; PEREIRA, P.; CALDAS, E.; GOLÇALVES, D.; SANTOS, N.; TABOR, K; STEININGER M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservation International do Brasil, Brasília, 2004.

MARRIS, E. The forgotten ecosystem. **Nature**. v. 437, n.13, p. 944-945, 2005.

MEDEIROS, D.C.; LIMA, B.A.B.; BARBOSA, M.R.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; CAVALCANTE NETO, J.G.; MARQUES, L.F. Produção de mudas de rúcula com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 433-436, 2007.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETIOL, W.; CAMARGO, O.A. (Ed). **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 312, 2000.

MITTERMEIER, R.A. **Hotspots revisited**. Conservation Internacional, Cidade do México: CEMEX, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Biodiversidade do Cerrado e do Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília: MMA, 2007.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, A.M.; DUBOC, E.; SANTIAGO, I.S.; MARTINI, L.V.R. Germinação de sementes de *Maclura tinctoria* em tubetes de jornal e substrato orgânico. **Cadernos de Agroecologia**. v.11, p.1-11, 2016.

NOBREGA, M.A.S.; CUNHA, D.A.S.; CABRAL, M.R.P.; SANTIAGO, E.F. Impactos ambientais perceptíveis em ecossistemas urbanos e os índices de qualidade de água. **Ensaios e Ciência**. (Impresso), v. 18, p. 195-203, 2014.

PAEZ, D.R.M. Utilização do lodo de esgoto na produção de mudas e no cultivo do Eucalipto (*Eucalyptus* spp). 2011. 44p. **Monografia** (Curso de Engenharia Florestal). Universidade federal rural do rio de janeiro. Instituto de Florestas. Rio de Janeiro – RJ, 2011.

PEDROZA, M.M.; VIEIRA, G.E.G.; SOUSA, J.F.; PICKLER, A.C.; LEAL, E.R.M.; MILHOMEN, C.C. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. **Rev. Liberato**, v. 11, n.16, p. 89-188, 2010.

PEREIRA, B.A.S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F.A. Florestas estacionais no Cerrado: Uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.41, n.3, p. 446-455, 2011.

PONTES, M.S.; SANTIAGO, E.F.; NOBREGA, M.A.S.; BARBOSA, V.M.; MOTTA, I.S. Germinação de sementes de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud (Moraceae) embebidas em lodo de esgoto. **Cadernos de Agroecologia**, v.9, p. 1-6, 2014.

PONTES, M.S.; SANTIAGO, E.F.; NOBREGA, M.A.S.; SANTOS, J.S.; MOTTA, I.S. Effects of fertirrigation with compost tea of sewage sludge on growth and physiological quality in seedlings of *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Cadernos de Agroecologia**, v.11, p. 1-11, 2016.

POTT, A.; OLIVEIRA, A.K.M.; DAMASCENO-JUNIOR, G.A.; SILVA, J.S.V. Plant diversity of the Pantanal wetland. **Brazilian Journal of Biology**. v.71, n.1, p. 265-273, 2011.

OLIVEIRA-FILHO, E.C.; LIMA, J.E.F.W. **Impacto da agricultura sobre os recursos hídricos na região do Cerrado**. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 50 , 2002.

OLESZCZUK, P.; MALARA, A.; JOŚKO, I.; LESIUK, A. The Phytotoxicity Changes of Sewage Sludge-Amended Soils. **Water, Air and Soil Pollution**. v. 223, p. 4937–4948, 2012.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: Rodrigues R.R.; Leitão Filho H.F. (Eds) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001, cap. 15.1, p.235-247.

SAWYER, D. População, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no cerrado. In: HOGAN, D.J. et al. (Org.). **Migração e ambiente no Centro-Oeste**. Campinas: PRONEX/UNICAMP, 2002. p. 279-299.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.43, p. 153-156, 2008.

SANTOS, P.L.; FERREIRA, R.A.; ARAGAO, A.G.; AMARAL, L.A.; OLIVEIRA, A.S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**. v.36, n.2. p. 237-245, 2012.

SCALON, S.P.Q.; LIMA, A.A.; FILHO, H.S.; VIEIRA, M.C. Germinação de sementes e crescimento inicial de mudas de *Campomanesia adamantium* camb.: efeito da lavagem, temperatura e de bioestimulantes. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 31, n. 2, p. 96-103, 2009.

SCHIRMER, G.K. Utilização do lodo de esgoto na vermicompostagem e como substrato para a produção de mudas de *Pinus ellioti* engelm. **Dissertação** (Mestrado). Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria. 2010.

SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEXE, C.A.; BERNARDES, H.M. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um argissolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.36, n.5, p. 831-840, 2001.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; FERRAZ, A.V.; SIXEL, R.M.M.; BRITO, J.O. Balanço nutricional, produção de óleo essencial e madeira de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson com aplicação de lodo de esgoto e fertilizante mineral. **Ciência Florestal**. v. 22, n. 4, p. 835-845, 2012.

SOUTO, L.S.; SILVA, L.M.; LOBO, T.F.; FERNANDES, D.M.; LACERDA, N.B. Níveis e formas de aplicação de lodo de esgoto na nutrição e crescimento inicial da mamoneira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, p.274-277, 2005.

TRAZZI, P.A. Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 74, 2011.

VAN RAIJ, CANTARELA, B.H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, Boletim Técnico, 100, 285, 1996.

VIEIRA, G.E.G.; PEDROZA, M.M.; SOUZA, J.F.; PEDROZA, C.M. O processo de pirolise como alternativa para o aproveitamento do potencial energético do lodo de esgoto – uma revisão. **Revista Liberato**. v.12, n.17, p. 01-106, 2011.

VON SPERLING, M. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2006.