



BIOSSÓLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora* Hook)

Mara Lúcia Martins Magela¹, Reginaldo de Camargo³, Monique Ferreira de Souza¹,
Amilton Alves Filho², Cristiane Oliveira de Paula²,

1. Graduanda em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia
(maralumm@hotmail.com)
2. Mestrando (a) em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia
3. Professor Doutor da Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia – Brasil

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

RESUMO

O eucalipto é uma espécie de grande destaque para o setor florestal do Brasil, sendo a produção de mudas um dos processos de maior importância para se garantir um bom desenvolvimento das árvores no campo. Uma das opções para a composição de substrato na produção de mudas é a utilização de bio sólido como uma fonte eficiente de matéria orgânica e de nutrientes essenciais para as plantas. Diante das possibilidades da utilização do lodo de esgoto no setor florestal, o presente trabalho teve o objetivo de fazer uma breve revisão sobre o eucalipto e a utilização do bio sólido para fins agrícolas, destacando as características e possibilidades de seu uso como parte constituinte de substrato para a produção de mudas dessa espécie florestal. Concluiu-se que a utilização do bio sólido como substrato representa uma disposição viável, racional, ambientalmente sustentável e socialmente correta.

PALAVRAS-CHAVE: Eucalipto, bio sólido, substrato

BIOSOLID IN THE PRODUCTION OF EUCALYPTUS SEEDLINGS (*Eucalyptus citriodora* Hook)

ABSTRACT

The eucalyptus is a species of great importance for the forestal production in Brazil, being the production of seedlings one of the most important process to ensure a good development of the trees in the field. One options to the composition of a substrate for seedlings production is the utilization of sewage sludge as an efficient source organic matter and essential nutrients to the plants. Analyzing the possibilities of using biosolid in forestal sector, this article has the objective to make a brief revision about eucalyptus and the utilization of sewage sludge in agriculture, highlighting the characteristics and possibilities of his use as a constituent part of substrate to the production of seedling from this forestal essence. It was concluded that the utilization of biosolid as substrate represents a viable, racional, ambiently sustainable and social correct disposal.

KEYWORDS: Eucalyptus, sewage sludge, substrate.

INTRODUÇÃO

O eucalipto é uma árvore pertencente à família Myrtaceae, gênero *Eucalyptus* e tem sua origem da Austrália, Nova Guiné, Indonésia e Timor. No Brasil a introdução do eucalipto iniciou-se em 1904, a partir dos trabalhos do engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade que buscava por uma espécie arbórea que atendesse as necessidades da Companhia Paulista de Ferro. As várias espécies vegetais caracterizam-se por apresentar um rápido crescimento, facilidade no processo de propagação e possibilidade de uso múltiplo da madeira produzida, como é observado por SIMÕES (1968). Além disso, possuem uma boa adaptação às condições climáticas brasileiras. Devido a essas características e vantagens, na década de 1950 o eucalipto passou a ser usado também como matéria-prima para a produção de celulose e papel (GARCIA & PEREIRA, 2010).

A partir de 1965, a produção de florestas de eucalipto apresentou considerável aumento, principalmente devido aos incentivos fiscais para reflorestamento concedidos pelo governo brasileiro aos produtores rurais, culminando em um incremento do setor econômico florestal (VALVERDE, 2007).

Em 2010 a área plantada com eucalipto no Brasil abrangeu 4.754.334 ha, sendo os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Paraná os maiores produtores do país com 86,1% dos plantios com eucalipto (ABRAF, 2011).

Para a obtenção de bons resultados em relação à produção das florestas de eucalipto deve haver uma preocupação com os fatores e processos que interferem na eficiência dessa produção. Dentre as preocupações destaca-se a qualidade das mudas, pois essas irão influenciar no desenvolvimento futuro das árvores. Um dos métodos para a reprodução das árvores é por meio da técnica de produção de mudas que assegura uma maior confiabilidade em relação à sobrevivência da planta no campo, sendo o sistema de produção de mudas embaladas um dos mais utilizados. Nesse sistema, o uso de tubetes ganha destaque (SIMÕES, 1987). O substrato para a produção de mudas deve possuir características, como a capacidade de sustentar a planta, de penetração das raízes, de fornecimento adequado de água, oxigênio e nutrientes, porosidade (devendo possuir rápida drenagem e composição uniforme), além de oferecer pH ideal, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (TRIGUEIRO & GUERRINI, 2003). Os substratos para a produção de mudas podem ser compostos por casca de pinus, terra de subsolo, solo de barranco, composto orgânico, casca de arroz carbonizada e vermiculita (GARCIA & PEREIRA, 2010).

Numerosos estudos estão sendo conduzidos a respeito do uso do biossólido (denominação que faz referência aos resíduos usados de forma útil e que são produzidos nas estações de tratamento de esgotos sanitários domésticos) como composição de substrato para a produção de diversas espécies vegetais com a obtenção de resultados satisfatórios. De acordo com TRIGUEIRO & GUERRINI (2003), esse material tem mostrado potencial de fornecer nutrientes e matéria orgânica para a composição de substratos destinados à produção de mudas florestais. Ainda segundo os mesmos autores, o uso do biossólido como um substrato orgânico alternativo na fase de viveiro demonstrou bons resultados no desenvolvimento das mudas de eucalipto.

O biossólido tem apresentado destaque na agricultura como uma alternativa de adubo orgânico, uma vez que possui em sua constituição quantidades significativas dos nutrientes essenciais para as plantas e o seu uso tem crescido

principalmente em sistemas florestais, pois não existem limitações na sua utilização irrestrita, diferente do que ocorre para as culturas destinadas para a produção de alimentos devido à qualidade do resíduo (FREIER et al., 2006).

Dentre os vários tratamentos do bioestólido a fim de usá-lo na agricultura está a compostagem. A compostagem é uma bioxidação aeróbica exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo e no estado sólido. Trata-se de um processo que libera CO₂, água, substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável, tornando os resíduos orgânicos que apresentavam microrganismos patogênicos, odor e aspectos desagradáveis, livres dessas características indesejáveis resultando em um excelente insumo agrícola (FERNADES & SILVA, 2006). A solarização também pode ser usada para a higienização do bioestólido. Trata-se de um processo de baixo custo e fácil aplicação para a desinfestação do lodo, pois diminui o seu potencial de contaminação através da elevação da temperatura que leva a inativação térmica dos diversos patógenos presentes no material (ANDREOLI et al., 2001).

Nesse sentido, o bioestólido é uma alternativa ecológica e nutricionalmente viável para a produção de mudas, e a sua utilização traz grandes benefícios, inclusive os ligados à minimização de problemas ambientais que estão relacionados com a disposição de resíduos gerados nas atividades urbanas e ou industriais.

Diante das possibilidades e das inúmeras vantagens do uso do bioestólido para a produção de mudas como um método sustentável de produção agrícola, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma breve revisão sobre os aspectos históricos e econômicos do Eucalipto no Brasil, enfatizando a possibilidade do uso do bioestólido inativado microbiologicamente no substrato para a produção de mudas dessa essência florestal de grande importância para a silvicultura brasileira.

ASPECTOS GERAIS DO EUCALIPTO

O eucalipto é um gênero arbóreo da família *Myrtaceae* que possui mais de 600 espécies conhecidas. Caracteriza-se por apresentar qualidades interessantes ao setor florestal, como rápido crescimento, facilidade com programas de manejo e melhoramento, grande diversidade de espécies - o que amplia a faixa de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, além de possuir uma elevada produção de sementes e facilidade em propagação vegetativa. Trata-se de um gênero com potencial de múltiplos usos no meio agroflorestal pelos seus atrativos para a silvicultura (CASTRO, 2009). Dentre as várias espécies utilizadas no Brasil, a espécie *Eucalyptus citriodora* Hook é de grande importância, sendo sua madeira destinada principalmente para construções, estruturas, caixotarias, portes, dormentes, mourões, além da lenha e do carvão (FERREIRA, 1979).

HISTÓRICO DO EUCALIPTO NO BRASIL

A silvicultura brasileira de florestas plantadas iniciou-se a partir dos trabalhos de pesquisa do engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade que se basearam na introdução do plantio do eucalipto em escala comercial. Eduardo Navarro foi contratado pela companhia Paulista de Estradas de Ferro do Estado de São Paulo com o propósito de encontrar espécies florestais que pudessem suprir com as necessidades da empresa nesse setor. O Engenheiro acreditava que para uma silvicultura ser econômica e de aplicação industrial seria necessário florestas homogêneas. Tais florestas poderiam ser formadas com sucesso através das diversas espécies de *Eucalyptus* que se mostraram como a melhor opção para

suprir a demanda de carvão para as locomotivas e madeira para os dormentes das ferrovias (MARTINI, 2004).

CENÁRIO ECONÔMICO

Segundo o Anuário Estatístico da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF (2011) o mercado florestal Brasileiro das últimas décadas pode ser dividido em três grandes fases. A primeira ocorre entre as décadas de 1960 e 1980, período no qual é atribuído a formação da base florestal em que entram em cena os incentivos fiscais e o início dos processos de industrialização, sem, contudo haver uma alta produtividade do setor. A segunda fase ocorre entre as décadas de 1980 e 2000, período que se observa um incremento do extrativismo com ênfase a sustentabilidade, produtividade, crescimento na área de melhoramento genético, negócios, diversidades de uso, competitividade, preocupação socioambiental e consolidação do processo e industrialização. E por fim, a terceira fase ocorre entre as décadas de 2000 e 2010, em que há um aumento no desenvolvimento sustentável, ampliação de novas fronteiras florestais, novos produtos e processos, fortalecimento da biotecnologia e consolidação do Brasil no mercado internacional no setor de florestas plantadas.

Dentro do setor agroflorestal brasileiro, as áreas de produção de celulose e papel ganham destaque. Nesse contexto, segundo a ABRAF (2006) citado por FILHO (2006), o parque industrial voltado para o agronegócio Florestal era composto por aproximadamente 220 empresas que mantinham 1,7 milhões de ha com reflorestamento no país.

De acordo com o anuário estatístico da ABRAF (2011) a área ocupada por florestas plantadas no Brasil com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* no ano de 2010 representou cerca de 6.510.693 ha, sendo que a área plantada com *Eucalyptus* correspondeu por 73,0% (4.754.334 ha) desse total. Foi observado um decréscimo de 2,1% na área destinada ao plantio de *Pinus* no ano de 2010 comparado com o ano anterior devido à substituição dessas áreas para o plantio do *Eucalyptus*, já que esse gênero possui algumas vantagens em relação ao *Pinus*, como um rendimento em volume mais elevado. Ainda de acordo com a ABRAF (2011), o Sul e o Sudeste brasileiro são as regiões de maiores concentrações de áreas com florestas plantadas, sendo o Estado de Minas Gerais responsável por 1.400.00 ha de *Eucalyptus* dos 4.754.334 ha plantados. Nessas regiões estão localizadas importantes empresas da área de celulose, de painéis de madeira industrializada, de papel, de siderurgia e de carvão vegetal.

Segundo TONELLO et al. (2008), o PIB do setor florestal voltado principalmente para as áreas de celulose, papel, siderurgia, carvão vegetal, madeira e móveis, foi responsável por 3% do PIB do país. E segundo o IBGE (2011) a produção florestal brasileira foi de 14,7 bilhões de reais em 2010 sendo que 71,8% desse total foi resultado das florestas plantadas.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE EUCALIPO

Diante de todo o cenário das florestas plantadas no território brasileiro, no qual o gênero *Eucalyptus* possui valoroso destaque, observa-se que os sistemas florestais implantados são de grande importância para a economia do país e para a conservação e preservação dos recursos naturais.

Para o sucesso da instalação e estabelecimento das florestas de eucalipto é de fundamental importância a observância de diversos aspectos que serão responsáveis pela boa produtividade da cultura. Dentre os aspectos a ser observado

está a produção e qualidade das mudas, pois serão esses pontos que estarão diretamente relacionados ao sucesso do plantio, como o quanto que a planta irá resistir a seca, as doenças e ao ataque de pragas (ÉBOLI, 1999).

SIMÕES (1987) afirma que o sistema de produção de mudas embaladas - que é um processo muito utilizado para a formação de mudas - pode ser efetuado de duas maneiras: propagação sexuada (por meio de sementes) e por propagação assexuada (pelo uso de estacas enraizadas e cultura de tecidos). O primeiro tipo é o mais usado na produção de mudas em grande escala, embora o segundo tende a ganhar cada vez mais espaço nesse setor de produção.

Vários são os recipientes para a produção das mudas embaladas, como os sacos plásticos, tubos, blocos e tubetes. O mesmo autor cita ainda que os tubetes apresentam inúmeras vantagens: possibilidade de reutilização, aumento da capacidade de enraizamento e plantio mecanizado. A tendência é a substituição dos sacos plásticos por esses cones na produção de mudas florestais (SIMÕES, 1987). O tubete foi desenvolvido por técnicos americanos que buscavam por alternativas para a produção de mudas (CAMPINHOS Jr. & IKEMORI, 1983).

CAMPINHOS JÚNIOR & IKEMORI (1983) apontam que o substrato para a produção de mudas compreende ao material usado para a sustentação, desenvolvimento inicial das sementes ou estacas e estabelecimento das raízes. A vermiculita é um exemplo de meio de crescimento utilizado para a produção das mudas em tubos de polietileno e é um substrato que pode ser usado puro ou em mistura com outros materiais, sendo caracterizada por ser leve, uniforme em sua composição, estéril, possuir capacidade de reter água e fertilizantes, além de abrir possibilidades para a mecanização do sistema.

BIOSSÓLIDO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS

Vários são os estudos que buscam o conhecimento no uso de diferentes substratos para a produção de mudas. Dentre eles destacam-se os voltados para a utilização do biofóssido como composição de substrato para esse segmento de produção. Biofóssido é nome dado ao produto resultante do tratamento de esgoto que possui diversas qualidades que podem ser usadas para fins agrônômicos (FREIER et al., 2006).

A crescente preocupação com a conservação e preservação dos recursos naturais levanta questões a respeito de alternativas para o destino do lodo de esgoto produzido em grandes quantidades nas estações de tratamento dos centros urbanos (JUNIOR et al., 2005).

A disposição final do lodo de esgoto é uma problemática das estações de tratamento. Em decorrência do desenvolvimento das cidades e da indústria, o crescimento das redes de tratamento de esgoto tende a aumentar. Paralelamente, cresce também a quantidade de lodo produzida e a sua disposição final tornou-se um grande problema para a engenharia sanitária. Uma das opções para essa problemática é a utilização do lodo de esgoto como fonte de nutrientes e matéria orgânica para fins agrícolas e florestais. O uso do biofóssido devidamente tratado traz benefícios sociais e ambientais, além de econômicos, já que a tendência do uso de fertilizantes é de ser cada vez mais caro devido ao futuro e possível esgotamento das fontes (JUNIOR et al., 2005).

NÓBREGA et al., (2007) relata que o lodo de esgoto possui em sua constituição quantidades consideráveis dos macro e micronutrientes essenciais as plantas, sendo capaz de melhorar a fertilidade do substrato aumentando os teores dos nutrientes, soma de bases, CTC e matéria orgânica. O potássio, que

normalmente ocorre em pequenas quantidades, é disponível na forma prontamente assimilável pelas plantas.

CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA O USO AGRÍCOLA DE LODOS DE ESGOTO SEGUNDO O CONAMA

Para a utilização do lodo de esgoto é necessário estabilizá-lo e esterilizá-lo. O Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA definiu critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto que são gerados nas estações de tratamento de esgoto sanitário. Esses critérios se encontram na Resolução Nº 375 decretada em 29 de Agosto de 2006. A Resolução leva em consideração a necessidade de uma solução adequada ao meio ambiente e à saúde da população para a disposição final dos produtos vindos dos processos de tratamento do esgoto sanitário. Além disso, considera que o lodo de esgoto representa uma fonte de matéria orgânica e nutrientes capazes de fornecer vários benefícios para a agricultura, o que se enquadra no princípio de reutilização de resíduos de maneira sustentável.

Entretanto, a resolução também considera que o uso inadequado desse produto resulta em grandes prejuízos ambientais e para a saúde pública, uma vez que os materiais advindos do esgoto estão sujeitos a conter elementos químicos perigosos e patógenos danosos para a saúde humana e ambiental.

Para a utilização do lodo de esgoto na agricultura é necessário obedecer a todas as disposições presentes na resolução. Tal resolução também leva em consideração diversos aspectos, como as culturas aptas para receberem lodo de esgoto ou os produtos derivados do mesmo; as restrições locacionais e da aptidão do solo nas áreas de aplicação; o projeto agrônomo e das restrições de uso; a aplicação, o carregamento, transporte e estocagem; o monitoramento das áreas de aplicação e as responsabilidades do uso do lodo de esgoto.

A Resolução Nº 375 ainda diz sobre os processos aceitos para a redução de agentes patogênicos e de atratividade de vetores. Esses processos incluem os que fazem uma redução significativa de patógenos e processos de redução adicional de patógenos. O primeiro é exemplificado pela digestão aeróbia, secagem em leitos de areia ou em bacias, digestão anaeróbia, compostagem e estabilização com cal. O segundo é o que ocorre na compostagem confinada ou em leiras aeradas, na secagem térmica direta ou indireta para reduzir a umidade do lodo de esgoto ou seus derivados a 10% ou menos (onde as partículas atingem temperaturas superiores a 80°C) e no tratamento térmico através do aquecimento do lodo de esgoto líquido a 180°C no mínimo durante 30 minutos.

PARÂMETROS PARA O USO DO BIOSSÓLIDO

Sob o ponto de vista químico, um dos grandes limitantes para o uso do bio sólido na agricultura está na presença de metais pesados em quantidades inaceitáveis. Esse critério está dentro dos três parâmetros citados por GOMES et al. (2001) considerados essenciais para o uso do lodo das Estações de Tratamento de Esgoto-ETEs. Tais parâmetros são: parâmetros de controle ambiental, parâmetro econômico e parâmetro operacional. O primeiro considera os teores de metais pesados admissíveis no lodo e no solo, a eficiência dos métodos e processos de higienização e pós-tratamento do lodo. O segundo questiona a viabilidade econômica do uso do lodo de esgoto na agricultura. O terceiro parâmetro menciona as recomendações agrônomicas, dosagem ideal e limite, melhor época e forma de aplicação e ou incorporação, além de qual cultura pode ser usada.

A composição do lodo, predominantemente orgânica, varia em função da sua origem, do sistema de tratamento do esgoto e do próprio lodo dentro das estações (ABREU JUNIOR et al., 2005). O trabalho realizado por Damasceno (1998) verifica as diferentes concentrações de metais pesados no lodo da ETE-Barueri e no lodo da ETE-Belém (Curitiba). Os autores encontraram variações na concentração de cromo dez vezes maiores na ETE-Barueri, com destaque ainda para os valores de cromo, zinco e níquel, que variaram entre duas e cinco vezes superiores aos valores observados na ETE-Belém em Curitiba-PR.

Em contrapartida, desde que os níveis de metais pesados estejam dentro dos parâmetros aceitáveis pela legislação, os teores de macronutrientes e micronutrientes normalmente encontrados, são de grande interesse para a atividade agrícola, podendo complementar a adubação química, reduzindo os custos e fornecer matéria orgânica ao solo, proporcionando também assim, benefícios indiretos.

FOELKEL (2010) apresenta uma composição química aproximada, com base de peso seco, dos bio sólidos de esgotos de tratamento de efluentes domésticos no Brasil. O pH médio observado varia entre 6 e 11, e os teores de N, P, K, Ca e Mg, variam entre 1,5 e 3,0%, 0,9 e 3,5%, 0,15 e 3,0%, 0,8 e 3,0% e 0,2 e 0,5% respectivamente. As concentrações de micronutrientes também apresentam normalmente ampla faixa de variação. Os maiores destaques são para Fe (2 a 4%), Zn (150 e 1000 ppm), Cu (200 a 1000 ppm) e Mn (70 a 200 ppm).

Relativo às características físicas, o teor de água está entre 65 e 80% e o de matéria orgânica entre 50 e 60%. Do ponto de vista da melhoria das características físicas do solo, estes valores de matéria orgânica, são de grande importância, quando associado a uma relação C/N média entre 8 e 20, encontrada neste resíduo. O bio sólido caracteriza-se assim como um excelente fornecedor de matéria orgânica para formação de mudas frutíferas, florestais e ornamentais. A utilização de bio sólidos como substrato pode propiciar um melhor aproveitamento de nutrientes pela planta, em relação à adubação mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente, suprimindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (MALDONADO, 2005).

Cabe ainda destacar que dentre os parâmetros mais importantes a regular os bio sólidos para uso agrícola e florestal tem-se: coliformes termo-tolerantes, ovos de helmintos, presença de *salmonellas* e presença de vírus patogênicos. Assim, independente do método utilizado para o tratamento do lodo de esgoto para fins agrícolas, é preciso assegurar que não haja risco ambiental. A Resolução nº 375 de 2006 do CONAMA, é muito clara no que se refere a esta matéria.

O processo de solarização é um método desenvolvido em Israel nos anos de 1970 com a finalidade de controlar fitopatógenos, pragas e plantas infestantes presentes no solo. Trata-se de um processo que tem como princípio o aquecimento do solo via energia solar por meio da cobertura do mesmo com um filme de plástico transparente promovendo o aquecimento desse solo (BUENO et al., 2008). De maneira semelhante atua o solarizador, que é uma alternativa barata e eficiente para a eliminação de patógenos em substrato para mudas. Esse processo é um dos vários métodos que podem ser usados com eficiência para a higienização do bio sólido que posteriormente poderá ser destinado para outros fins, como por exemplo, parte constituinte para substratos (BUENO et al., 2008). A inativação térmica do lodo de esgoto, em inativadores e secadores têm sido muito estudados, obtendo-se elevados níveis de eficiência e viabilidade técnica. Em muitos casos, a viabilidade econômica é o fator limitante, especialmente pelos elevados custos de

inativadores elétricos. O uso do gás metano, tem se mostrado a alternativa mais interessante do ponto de vista econômico e também ambiental.

USO DO BIOSSOLIDO NA PRODUÇÃO DE MUDAS

Conforme já destacado, a Resolução nº 375 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. O uso do lodo de esgoto para a nutrição de espécies florestais, seja na produção de mudas ou em campo, deve respeitar assim, as normas vigentes, devido ao risco de contaminação humana e ambiental. A legislação prevê ainda, que o uso do bio sólido é vedado para culturas que podem expor à população aos vários tipos de patógenos passíveis de ainda estarem presentes, como frutos, legumes e hortaliças.

No Brasil, as pesquisas sobre o uso deste resíduo na área florestal se intensificaram a partir da década de 1980, como observado por Bettiol et al. (1986). A partir daí, percebe-se claramente através das dezenas de pesquisas realizadas, que o setor florestal interessou-se e comprovou o potencial agrônomo do lodo de esgoto tratado. Em especial nas regiões sul e sudeste, onde se concentrou num primeiro momento, grande parte das empresas florestais, sua utilização agrícola foi mais estudada. Atualmente, grandes grupos e associações, tem apoiado a realização e publicação de informes técnicos sobre o tema (ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel; TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry; Fibria; International Paper do Brasil; CELCO - Celulosa Arauco y Constitución - Plantas Valdivia e Nueva Aldea/Chile; Celulose Riograndense - CMPC em Guaíba/Brasil; VIDA - Produtos e Serviços em Desenvolvimento Ecológico Ltda.) (FOELKEL, 2010). A Embrapa tem disponibilizado diversas publicações, divulgando técnicas de tratamento e utilização do lodo de esgoto, bem como resultados de pesquisas com base em dados obtidos em vários ciclos de cultivo.

BETTIOL & CAMARGO (2006) destacam, entretanto que no Brasil, ainda não é difundida a experiência de incorporar resíduos de esgoto, lodo e efluentes, aos solos, porque ainda são poucas as cidades dotadas de estações de tratamento de esgotos. Por esse motivo ainda são poucos os produtores que aderiram à utilização do bio sólido; motivo esse que ainda causa dúvidas sobre a forma de aplicação e sua eficácia em meio florestal.

Vários estudos com a utilização do lodo de esgoto tratado como parte da composição de substrato para as mudas tem mostrado bons resultados, como nos experimentos conduzidos por FAUSTINO et al. (2005) em que foram analisadas várias características de mudas de *Senna siamea* Lam produzidas com diferentes concentrações de bio sólido, sendo observado resultados positivos no crescimento das mudas. FREIER et al. (2006) também verificou alterações na altura, diâmetro do coleto, área foliar, número de folhas e massa foliar de *Eucalyptus citriodora* com o uso de doses de bio sólidos na produção dessas mudas. NÓBREGA et al. (2007) realizou trabalhos objetivando avaliar o crescimento inicial de muda de Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) utilizando como substrato a mistura de bio sólido higienizado por meio de solarização com amostras de sub superfície de dois diferentes solos (Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho Amarelo), sendo observado que com a adição do bio sólido a saturação por alumínio diminuiu, o teor de matéria orgânica e as concentrações de P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ aumentaram. Além disso, nesse mesmo trabalho concluiu-se que as proporções de 63% para o Neossolo Quartzarênico ou Latossolo Vermelho Amarelo e de 37% de bio sólido foram as ideais como substrato para a produção de mudas de aroeira. Da mesma

forma, estudos conduzidos por SILVA (2009) com a utilização de biossólido na produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes confirmam o fim promissor desse substrato como fonte de matéria orgânica para a produção de mudas.

Os benefícios do uso do biossólido em florestas estabelecidas de eucalipto também têm sido observados. De acordo com POGGIANI (2003) as plantações de florestas respondem de maneira muito positiva à aplicação de biossólido, principalmente no quesito de biomassa lenhosa, característica que atende aos pequenos produtores e a demanda das empresas verticalizadas. Ainda segundo o mesmo autor, alguns resultados preliminares revelaram que após cinco anos do início do tratamento houve bons resultados na produtividade do eucalipto, sendo que o tratamento com o uso de 10 t/ha complementado com potássio obteve 60% de superioridade nos resultados em relação à testemunha, além de uma melhor deposição das folhas. Dentre os vários motivos para tais benefícios está o fato do ciclo longo das florestas plantadas permitir maiores intervalos e dinâmica entre as aplicações de biossólido.

PAEZ (2011) destaca que a utilização do lodo proveniente de ETE como constituinte de substratos na produção de mudas e como fonte de nutrientes e matéria orgânica na cultura do eucalipto, tem grande potencial, porém deve-se realizar a caracterização do lodo, para que se possa monitorar sua aplicação de forma a não contaminar os recursos naturais, solo e água. Ainda segundo este autor, o uso de biossólidos para produção de mudas é bastante promissor, sendo necessária a realização de estudos mais aprofundados quanto ao manejo da adubação das mudas produzidas nos substratos e quanto à utilização de fontes de lodo produzidas por diferentes tratamentos nas estações, garantindo maior aproveitamento deste resíduo. Importante também verificar o custo de transporte do biossólido, pois mesmo se tratando de uma tecnologia simples e de baixo custo; o custo de transporte poderá se tornar mais dispendioso quando ocorrer a grandes distâncias, inviabilizando a sua utilização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encontra-se na literatura, uma vasta disponibilidade de pesquisas, relacionadas ao uso do biossólido na agricultura, não restando dúvidas a respeito de sua viabilidade técnica, quando são empregadas as técnicas adequadas de tratamento e uso deste produto. Em 2007 através dos pesquisadores MORAES NETO et al., a Embrapa Cerrados publicou o material “Uso do biossólido em plantios florestais”, compilando num só documento, uma série de recomendações de grande interesse.

Diante do exposto a respeito da grande importância econômica da cultura do eucalipto e dos processos de formação de mudas, o estudo da produção de substratos alternativos e eficientes capazes de permitir um bom aproveitamento dos nutrientes e das condições de crescimento das mudas desse gênero arbóreo, bem como da viabilidade do uso do biossólido, se faz necessário e de grande importância para o segmento florestal. Além disso, a utilização do biossólido como substrato representa uma disposição viável, racional, ambientalmente sustentável e socialmente correta. Atualmente, a principal forma de disposição final do lodo de esgoto para as cidades de possuem estações de tratamento, são os aterros controlados ou aterros sanitários. Além do risco ambiental desta prática, quando da possibilidade de acidentes, os mesmos ocupam ao longo do tempo, grande espaço, e geram elevadas despesas, constituindo atualmente num problema enfrentado por

muitas cidades. O aproveitamento agrícola criterioso do lodo de esgoto tratado, pode colaborar com a diminuição desse problema, com benefícios ambientais, além de eminentemente possibilitar a redução do uso de outros corretivos e fertilizantes na agricultura.

Embora não seja comum, prefeituras e autarquias que administram estações de tratamento de esgoto ter altos custos e dificuldades técnicas para a disposição do lodo de esgoto, sua destinação a terceiros para uso agrícola não pode ser realizado de forma direta, sem prévio tratamento, que atenda às normas vigentes, sob risco de expor a sérios riscos, o ambiente à população.

REFERÊNCIAS

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

ABRAF, Anuário estatístico da ABRAF 2006. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Florestas Plantadas no Brasil**. Brasília, 2006.

ABRAF, Anuário estatístico da ABRAF 2011. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Florestas Plantadas no Brasil**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>. Acesso em 06 de agosto de 2011.

ANDREOLI, C.V.; FERREIRA, A.C.; CHERUBINI, C.; TELES, C.R.; CARNEIRO, C.; FERNANDES, F. **Higienização do lodo de esgoto**. In: **ANDREOLI, C.V. (Coord). Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. Rio de Janeiro: Prosab/ABES, 2001. p 87-117.

BETTIOL, W.; AUER, C.G.; KRUNER, T.L. & PREZOTTO, M.E.M. **Influência de lodo de esgoto e de acículas de pinus na formação da ectomicorrizas em mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* pelos fungos *Pisolithus tinctorius* e *Thelephora terrestris***. IPEF, 34:41-6, 1986.

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

BUENO, C. J., PATRÍCIO, F. R. A.; SINIGAGLIA, C. **Solarização associada à matéria orgânica proporciona o controle de fitopatógenos termotolerantes habitantes do solo**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/solarizacao/index.htm. Acesso em: 09 de agosto de 2011.

CAMPINHOS JR, E.; IKEMORI, Y. K. Nova técnica para produção de mudas de essências florestais. Departamento de Silvicultura e Pesquisa. Aracruz- Espírito Santo: **Série Técnica- IPEF**, n. 23, p.43-16, 1983.

CASTRO, J. Eucalipto: **Desfazendo mitos e preconceitos**. DEF-CEDAF. Painel florestal. Associação Mineira de Silvicultura. 2009. Disponível em:

<http://www.silviminas.com.br/principal/iConteudo.aspx?cty=46&cnt=147&ano=28&mn=0>. Acesso em 07 de agosto de 2011.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 375, 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.** 41p. 2006. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Res-CONAMA-375-06.pdf>. Acesso em: 09 de agosto de 2011.

DAMASCENO, S. 1998. **CARACTERIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS PARA USO AGRÍCOLA.** Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 26 (AIDIS 98), Lima.

ÉBOLI, I. P. **Reflorestamento: Produção de mudas de eucalipto.** Minas Gerais: EMATER, 1999. 6p. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/LivrariaVirtual/produ%E7%E3o%20de%20mudas%20de%20eucalipto.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2011.

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto para a produção de Senna siamea Lam., **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande PB, DEAg/UFGC, v.9, (suplemento), p.278-282, 2005.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de biossólidos.** Londrina: UEL, 2006. 91p.

FERREIRA, M. Escolha de espécies de eucalipto. Piracicaba: ESAUQ-USP.Série **Técnica-IPEF**, v.47, p.1-29, 1979.

FOELKEL, C. Resíduos Sólidos Industriais do Processo de Fabricação de Celulose e Papel de Eucalipto. Parte 03: Lodos & Lodos. 2010. Disponível em: http://www.eucalyptus.com.br/eucalyptos/PT20_LODOS.pdf. Acesso em: 14 de março de 2012.

FREIER, M; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeitos da aplicação de biossólido no crescimento inicial de Eucalyptus citriodora Hook. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 2, p. 102-107, 2006.

GARCIA, J. N.; PEREIRA, M, G. **O Eucalipto e a pequena propriedade rural.** Piracicaba: ESALQ, 2010. 59p.

GOMES, L.P.; COELHO, O.W.; COSTA, N. da.; MARQUES, M. O. **Critérios de seleção de áreas para reciclagem agrícola de lodos de estações de tratamento de esgoto(ETEs).** In: ANDREOLI, C.V. (Coord). Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final. Rio de Janeiro: Prosab/ABES, 2001.164-187.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBEGE). Sala de Imprensa: **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2010.** Comunicação Social. 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2046: Acesso em: 16 de março de 2012.

JUNIOR, D.R. de P.; MORAIS, L. M.; CAMARGO, S. A. R de.; NOUR, E. A. A.; ROSTON, D. M. Tratamento e disposição final de resíduos: Estabilização de lodos de esgoto utilizando reatores anaeróbicos seqüenciais(Sistema RAS). **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Campinas, n.1, p. 40-46, 2005.

MALDONADO, C. A. B. **Biossólido na Implantação da Cultura da Pupunheira: Efeitos na Precocidade, na Produção e nos Teores de Nutrientes e Metais Pesados do Palmito** . Campinas, SP: IAC, 2005. 90p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola.) – Instituto Agrônomo, Campinas, São Paulo, 2005.

MARTINI, A. J. **O plantador de eucaliptos: a questão da preservação florestal no Brasil e o resgate documental do legado de Edmundo Navarro de Andrade**. 2004. 332f. Dissertação (Mestrado em História Social)- Departamento em História Social, do Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

MORAES NETO, S. P.; ABREU JUNIOR, C. H.; MURAOKA, T.; **Uso de Biossólidos em Plantios Florestais**. Planaltina-DF. Embrapa Cerrados. 2007 1ª ed. 26p.

NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M. de.; MOREIRA, F. M. S.Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira(*Schinus terebynthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 239-246, 2007.

PAEZ, D.R.M. Utilização do lodo de esgoto na produção de mudas e no cultivo do eucalipto (*eucalyptus spp*). 2011. 44p. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação e Engenharia Florestal), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

POGGIANI, F. **Aplicação de Biossólidos em Plantações Florestais**. 2003. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra). Disponível em:. Acesso em: 13 de agosto de 2011.

SILVA, P.A. **Biossólido para produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas L.*)em tubetes**. 2009.39p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

SIMÕES, J. W. **Métodos de produção de mudas de eucalipto**. 1968. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia)- ESALQ-USP, Piracicaba. 1968.

SIMÕES, J.W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. Piracicaba: ESALQ-USP. **Série Técnica – IPEF**, v. 4, n. 13, p. 1-7, 1987.

TONELLO, K.C.; COTTA, M. K.; ALVES. R. R.; RIBEIRO. C. F. A.; POLLI, H. Q. O desenvolvimento do setor florestal brasileiro. **Revista da Madeira**. Campinas, n.112, 2008.

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

VALVERDE, S. R. As plantações de eucalipto no Brasil. **Revista da Madeira**, ano 18, n.107, 130 p, 2007.