

**Uso do biossólido como fertilizante em plantio de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (huber x ducke) barneby) na Amazônia Oriental****Use of biosolid as a fertilizer in Paricá planting (*Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (huber x ducke) barneby) in the Eastern Amazon**

DOI:10.34117/bjdv6n10-458

Recebimento dos originais:01/10/2020

Aceitação para publicação:21/10/2020

**Jurandir Thiago Pereira Ramos**

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado do Pará – UEPA.  
Endereço: Rua Cônego Batista Campos, n\* 07, 68.447-000, Barcarena, Pará, Brasil  
E-mail: j.thiagopr@gmail.com

**Fabiele Araújo Gomes**

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará – UEPA.  
Rua das Oliveiras, 107, Juparanã. Paragominas – Pará.  
E-mail: fabiele.araujo1996@gmail.com

**Cleibiane da Silva Martins**

Mestranda em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC  
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC  
Endereço: Arlita Isabel Felipe, Gethal, 20, 88520-440, Lages, Santa Catarina, Brasil  
Email: cleibianemartins@hotmail.com

**Luiz Fernandes Silva Dionisio**

Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA  
Instituição: Universidade do Estado do Pará - UEPA  
Endereço: Tv. Dr. Enéas Pinheiro, 2626, 66095-015, Belém, Pará, Brasil  
E-mail: fernandesluiz03@gmail.com

**Camila de Almeida Milhomem**

Graduanda em Engenharia Florestal na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL  
Instituição: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL  
Endereço: R. Godofredo Viana, 1300, 65900-000, Imperatriz, Maranhão, Brasil  
E-mail: camilamilhomem5@gmail.com

**Gleidson Marques Pereira**

Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Ceará - UFC  
Instituição: Universidade do Estado do Pará - UEPA  
Endereço: Tv. Dr. Enéas Pinheiro, 2626, 66095-015, Belém, Pará, Brasil  
E-mail: eng.gleidson.uepa@gmail.com

**Madson Alan Rocha de Sousa**

Mestre em Biodiversidade Tropical pela Universidade Federal do Amapá.

Instituição: Universidade do Estado do Pará - UEPA

Endereço: Tv. Dr. Enéas Pinheiro, 2626, 66095-015, Belém, Pará, Brasil

E-mail: madsonalan@uepa.br

**RESUMO**

O lodo de esgoto tratado, principal resíduo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), apresenta benefícios ambientais e econômicos quanto ao seu uso como biofertilizante, devido à elevada concentração de matéria orgânica e nutrientes presentes no material. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o uso do biossólido e interações com adubação mineral, no desenvolvimento inicial da espécie florestal *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* [Huber x Duckering] (paricá), em monocultivo. O biossólido foi oriundo da ETE de Paragominas e o experimento instalado em uma fazenda localizada no município de Ipixuna do Pará. Os tratamentos analisados foram: testemunha; N+P+K mineral; biossólido; biossólido+P+K; biossólido+N+P+K. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e 18 repetições por tratamento. Para a avaliação do desenvolvimento inicial da espécie, foram coletados os dados de mortalidade, altura e diâmetro do coleto, a cada 15 dias durante os meses de julho a outubro de 2017. Nos tratamentos onde houve adição de biossólido, a partir da terceira medição, houve maior desenvolvimento das mudas, para ambas as variáveis avaliadas, que nos tratamentos testemunha e NPK. As médias de diâmetro de coleto e altura em plantas tratadas com biossólido foram superiores às plantas que receberam apenas o adubo mineral. Assim, o uso do biossólido em plantios florestais apresentou resultados positivos e favoreceu o desenvolvimento inicial dos paricás. O tratamento com aplicação de adubo mineral complementado com biossólido e o tratamento somente com uso de biossólido não apresentaram diferenças significativas, mostrando-se como melhores opções para o desenvolvimento do diâmetro de coleto e altura das mudas de paricá. Conclui-se que o biossólido é um fertilizante eficiente para plantios florestais de paricá, apresentando-se como uma alternativa eficaz e ecologicamente adequada para plantio comercial, contribuindo também para destinação final adequada do resíduo.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade florestal, reaproveitamento de resíduos urbanos, estação de tratamento de esgoto.

**ABSTRACT**

The treated sewage sludge, the main waste from the Sewage Treatment Plant (STP), has environmental and economic benefits regarding its use as a biofertilizer, due to the high concentration of organic matter and nutrients present in the material. Thus, the objective of the work was to evaluate the use of biosolids and interactions with mineral fertilization, in the initial development of the forest species *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* [Huber x Duckering] (paricá), in monoculture. The biosolid came from the Paragominas STP and the experiment was installed on a farm located in the municipality of Ipixuna do Pará. The statistical treatment were: control; Mineral N + P + K; biosolid; biosolid + P + K; biosolid + N + P + K. A completely randomized design was used, with five treatments and 18 repetitions per treatment. For the evaluation of the initial development of the species, data on mortality, height and collect diameter were collected, every 15 days during the months of July to October 2017. In the treatments where there was the addition of biosolids, from the third measurement, there was a greater development of seedlings, for both variables evaluated, than in the control and NPK treatments. The averages of collection diameter and height in plants treated with biosolids were higher than the plants that received only mineral fertilizer. Thus, the use of biosolids in forest plantations had positive results and favored the initial development of paricás. The treatment with application of mineral fertilizer

complemented with biosolids and the treatment only with the use of biosolids were no different, showing itself as the best options for the development of the collect diameter and height of the paricá seedlings. It is concluded that the biosolid is an efficient fertilizer for paricá forest plantations, it is an effective and ecologically suitable alternative for commercial planting, also contributing to the proper final destination of the waste.

**Key words:** Forest sustainability, reuse of urban waste, sewage treatment plant.

## 1 INTRODUÇÃO

A intensificação das atividades antrópicas, causa geração demasiada de resíduos. Isso tem causado diversos problemas socioambientais, como por exemplo: alteração na qualidade das águas superficiais e subterrâneas, proliferação de patógenos, odores esteticamente desagradáveis, contaminação do solo e poluição atmosférica (STIPP & STIPP, 2010).

Desta forma, faz-se necessário propor à sociedade alternativas sustentáveis que possam minimizar tais impactos negativos oriundos da destinação inadequada de resíduos, como aqueles originados do esgoto doméstico. Dentre tantas, uma maneira viável é o reaproveitamento dos nutrientes contidos no lodo de esgoto (ARAUJO et al, 2017). Desta forma, devido ao seu elevado potencial nutricional, sua aplicação em culturas agrícolas e florestais torna-se uma alternativa ambientalmente viável para sua destinação final (CABREIRA et al., 2017).

O tratamento das águas residuárias nos centros urbanos tem sido realizado por meio de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs). Contudo, esse processo também produz resíduo, e no final, além do esgoto tratado, há gases e lodo. O lodo pode ser utilizado nos setores agrícolas e florestais como biofertilizante, sendo uma alternativa ecologicamente correta e economicamente viável (GODOY, 2013; DEUS et al, 2020).

O lodo de esgoto estabilizado ou bio sólido, adequado à Resolução nº 375 de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pode ser utilizado na agricultura e nos plantios florestais como fonte de matéria orgânica, macro e micronutrientes, entre os quais se destacam o nitrogênio, fósforo e potássio. Utilizar o bio sólido como adubo na produção de plantios florestais é uma alternativa que tem apresentado bons resultados em culturas florestais, com o maior retorno econômico e diminuição de impactos ao meio ambiente (PAIVA et al., 2009).

Alguns estudos enfatizam resultados satisfatórios quanto à utilização do bio sólido na produção de mudas, o qual desempenha função essencial no fornecimento nutricional em relação ao crescimento da espécie, mas, principalmente, quando há o aumento na dosagem do lodo estabilizado no sistema, ocorre também melhoria nas condições físicas e biológicas do solo, haja vista que há o auxílio no aumento de produção de húmus, capacidade de infiltração e retenção da água,

consequentemente, reduz-se a erosão, corroborando assim com a qualidade ambiental e diminuição de gastos com fertilizantes químicos que são prejudiciais ao meio ambiente (CALDEIRA et al., 2012).

Deste modo, o uso do biossólido como adubo no cultivo de paricá pode apresentar-se como uma solução economicamente viável para destinação adequada desses resíduos, uma vez que, os adubos alternativos de origem residuais mostram-se eficientes como complementação do adubo em operação de plantio, com diminuição expressiva dos custos com adubação e colaboração para o desenvolvimento socioeconômico da região.

Portanto, neste trabalho foi testada a hipótese de que o uso de biossólido como adubo contribui para o melhor desenvolvimento inicial de muda da espécie paricá, e para isso, objetivou-se avaliar a utilização do biossólido oriundo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Paragominas no desenvolvimento inicial da espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* [Huber x Duckert]).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 AREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Ipixuna do Pará, na mesorregião Nordeste Paraense e microrregião do Guamá. Os municípios limítrofes são, ao norte: Aurora do Pará; a leste: Capitão Poço e Nova Esperança do Piriá; ao sul: Paragominas e Goianésia do Pará; a oeste: Tailândia, Tomé-açu e Breu Branco. As coordenadas geográficas da fazenda são: Latitude 02°33'28" S e Longitude 47°29'42" W, com uma área total de 5.217 km<sup>2</sup>. Está na BR- 010, distante 250 km da capital do Estado. O acesso ao município pode ser feito pela BR-316, passando pela PA-136 e continuando pela BR-316. O restante do trajeto é feito pela BR-010.

#### Caracterização do meio

O solo da propriedade é predominantemente do tipo Latossolo Amarelo de textura média, com baixo teor de matéria orgânica e pouco favorável ao cultivo sem adubação, de culturas florestais e agrícolas (VIEGAS, et al. 2004). Segundo a classificação de Köpper-Geiger, a propriedade está inserida na zona climática conhecida como Clima de Floresta Tropical (BASTOS, 2005). Vale ressaltar que anteriormente esta área foi antropizada por atividades advindas da pecuária.

## 2.2 TRATAMENTO DO BIOSSÓLIDO

O biossólido foi fornecido pela Agência de Saneamento de Paragominas (SANEPAR), que utiliza como sistema de tratamento de esgoto doméstico os reatores do tipo UASB + Biofiltro (BF) em sua ETE (SANEPAR, 2017).

## 2.3 ANÁLISE DO BIOSSÓLIDO

A Agência de Saneamento Básico de Paragominas (SANEPAR) realizou um estudo de análise do desaguamento e higienização do lodo de esgoto produzido em seu leito de secagem com cobertura plástica, com o propósito de entender a sazonalidade dos nutrientes presentes no biossólido, os resultados nutricionais do biossólido produzido estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1.** Concentração dos diferentes elementos indicadores do potencial agrônômico observado no lodo de esgoto proveniente da ETE da empresa SANEPAR localizada em Paragominas – PA.

Parâmetro nutricional (g.kg <sup>-1</sup> )											
Períodos	Carbono orgânico	P	Nitrogênio Total	Nitrato	Nitrito	K	Na	S	Ca	Mg	Relação C/N
ABR	24	0,155	9,7	0,0014	0,0083	0,037	0,054	0,381	-	0,081	2,5/1
MAI	42	2,82	9,41	0,0263	0,0006	0,6	0,052	5,45	9,09	4,87	4,5/1
JUL	24	4,34	10,8	0,0151	0,0031	1,04	0,7	8,9	12,23	2,901	2,2/1
AGO	32	3,52	17,7	0,0036	0,0122	0,7	0,4	7,9	13,07	2,054	1,8/1
Média	30,50	2,71	11,90	0,01	0,01	0,59	0,30	5,66	11,46	2,48	2,75/1

## 3 TRATOS PRÉ-PLANTIO

### 3.1 APLICAÇÃO DE HERBICIDA

O experimento foi realizado com aplicação de Touchdown com dosagem de 3,5 l.ha<sup>-1</sup>, aplicados manualmente sete dias antes do transplante das mudas ao solo. Este é um herbicida não seletivo, para aplicação pós-emergência, destinado ao controle de plantas daninhas em diversas culturas, dentre elas o Paricá.

### 3.2 APLICAÇÃO DE INSETICIDA

Para controle das formigas foi utilizado na área do experimento o MIREX, um formicida do grupo das Sulfonamidas Fluoroalifáticas. Foi aplicado sete dias antes do plantio, de forma localizada, ou seja, aplicado próximo aos ninhos ou corredores de formigas localizados próximo à área.

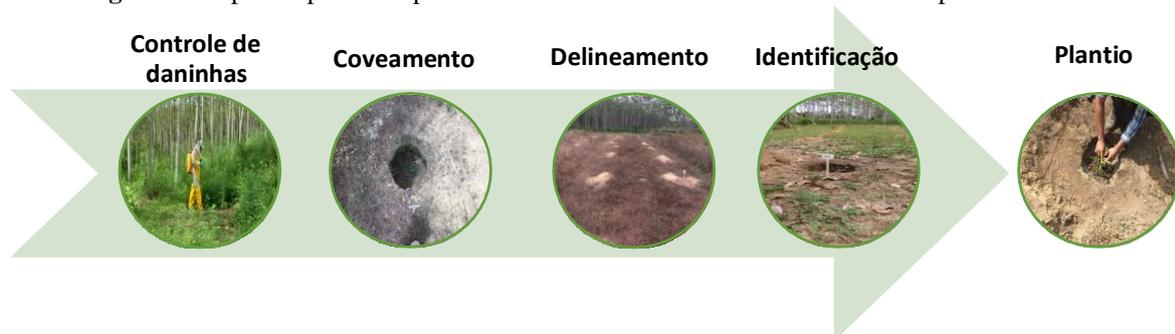
### 3.3 COVEAMENTO

As covas utilizadas nas cinco parcelas permanentes de 220,5 m<sup>2</sup>, apresentam 30 cm de diâmetro e 30 cm de profundidade como sugerido no estudo realizado por Souza et al., (2003). Entretanto, o espaçamento sugerido por este autor é de 3 m em linha por 2 m em entrelinha e após dois anos há a necessidade de realizar um desbaste para possibilitar o estiolamento da planta.

Todavia, o experimento em Ipixuna do Pará foi adaptado o espaçamento de 3,5 m em linha e 3,5 m em entrelinha, pois de acordo com Marques et al. (2006) quanto maior o número de indivíduos por hectares maior a competição nutricional entre eles. Logo, ao aumentar o espaçamento diminui-se a competição por nutrientes e energia solar e, conseqüentemente, possibilita um maior crescimento ao plantio e assim possivelmente evitará o desbaste.

As covas foram feitas com auxílio de foices para roçar a área, uma trena métrica de 5 metros para medir a distância da linha e entrelinha e dimensões de cada cova, 90 estacas de madeira de cerca de 30 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro para demarcar cada cova a ser cavada, um cavador articulado para cavar e uma placa de identificação para cada tratamento.

**Figura 2.** Etapas do plantio experimental nos cinco tratamentos realizados em Ipixuna do Pará.



### 3 FERTILIZAÇÃO

A recomendação de fertilização utilizada pela empresa consiste em uma adubação de base com NPK 6-30-6, com dosagem de 200 kg.ha<sup>-1</sup> e três adubações de cobertura com NPK 15- 00-30, sendo a primeira com dosagem de 200 kg.ha<sup>-1</sup> e as duas seguintes com dosagens de 120 kg.ha<sup>-1</sup> cada.

Neste experimento, foi analisado o uso do biofósforo para a adubação de base e para a 1<sup>o</sup> adubação de cobertura. Assim, seguiu-se a recomendação prescrita acima para a aplicação do adubo químico, todavia, para adubação com o biofósforo utilizou-se recomendações específicas da literatura científica.

Segundo Silva (2006) 5 t.ha<sup>-1</sup> de biofósforo é suficiente para suprir de maneira adequada a necessidade nutricional do eucalipto, cultura similar ao cultivo do paricá na fase inicial. Contudo, doses de 10 t.ha<sup>-1</sup> de biofósforo são mais eficientes. Todavia, para Guedes (2005), a aplicação de

biossólido completado com P e K (Fósforo e Potássio) nas medidas de necessidade de cada solo é a opção mais viável.

Portanto, seguindo a metodologia de Silva (2006) e Guedes (2005), realizou-se a adubação de acordo com as medidas indicadas para a necessidade de fertilização do solo para o monocultivo de paricá. Com a adubação de base realizada na cova, no momento do plantio, e a primeira adubação realizada após 60 dias, na linha do plantio (Tabelas 2, 3 e 4).

**Tabela 2** - Dosagens de adubo por hectare realizada no plantio experimental em cinco tratamentos desenvolvidos em Ipixuna do Pará.

Tratamentos	Descrição	Adubação de base kg.ha <sup>-1</sup>	1ª Adubação de cobertura kg.ha <sup>-1</sup>
T1	Testemunha	0	0
T2	Testemunha com N+P+K	12+60+12	30+0+60
T3	Testemunha com biossólido	10.000	10.000
T4	Biossólido+P+K	1.275,25+56,4+11,235	3.188,1+0+60
T5	Biossólido+N+P+K	637,65+6+58,2+11,62	1.594,05+15+0+60

**Tabela 3** - Dosagens da adubação de base realizada no plantio experimental em cinco tratamentos desenvolvidos em Ipixuna do Pará.

Tratamentos	Nutrientes				Produtos (kg)			
	N	P	K	Biossólido	NPK 06:30:06	Ureia 46%	Superf.12 %	KCl 60%
T1	0	0	0	0	0	0	0	0,00
T2	0,27	1,35	0,27	0	0	0,59	11,25	0,45
T3	2,11	0,63	0,13	224	0	0	0	0,00
T4	0,27	1,35	0,27	28,6	0	0	10,58	0,42
T5	0,27	1,35	0,27	14,29	0	0,29	10,91	0,44

**Tabela 4** - Dosagens da 1ª adubação de cobertura realizada no plantio experimental em cinco tratamentos desenvolvidos em Ipixuna do Pará.

Tratamentos	NUTRIENTES				PRODUTOS (kg)			
	N	P	K	Biossólido	NPK 15:00:30	Ureia 46%	Superf 12%	KCl 60%
T1	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	0,67	0	1,34	0	4,48	0	0	0
T3	2,11	0,63	0,13	224	0	0	0	0
T4	0,67	0,20	1,39	71,4	0	0	0	2,24
T5	0,67	0,10	1,37	35,7	2,24	0	0	1,12

A coleta de dados foi realizada de julho a outubro de 2017. As mudas foram para campo no dia primeiro de julho, e após 15 dias fez-se a primeira medição. A última medição foi realizada no dia 29 de outubro.

### 3.1 MORTALIDADE

Para mortalidade adotou-se a proposta de Viani e Rodrigues (2007), que define a taxa de sobrevivência por meio da relação entre o número de plantas vivas e o número de mudas plantadas; e a taxa de mortalidade através da relação entre o número de plantas mortas e número de mudas plantadas.

### 3.2 ALTURA E DIÂMETRO DO COLETO

As alturas e diâmetros do coleto das mudas foram obtidos no momento do plantio e a cada 15 dias consecutivos. Utilizou-se uma trena de fibra de vidro para medir altura e um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm para medir diâmetro do coleto.

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado em uma propriedade rural, em delineamento inteiramente casualizado, com seleção de um campo experimental de 1.102,5 m<sup>2</sup>, divididos em cinco tratamentos de parcelas únicas de 220,5 m<sup>2</sup>. Cada tratamento/parcela recebeu 18 mudas originadas do mesmo lote de produção e de igual idade, fornecidas por empresa de produção de mudas do município de Paragominas. Cada muda foi considerada uma unidade amostral.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS

Para verificar os pressupostos da análise de variância (ANOVA), os dados foram primeiramente verificados quanto a: a) normalidade com o teste de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ), b) homocedasticidade pelo teste de Bartlett ( $p > 0,05$ ).

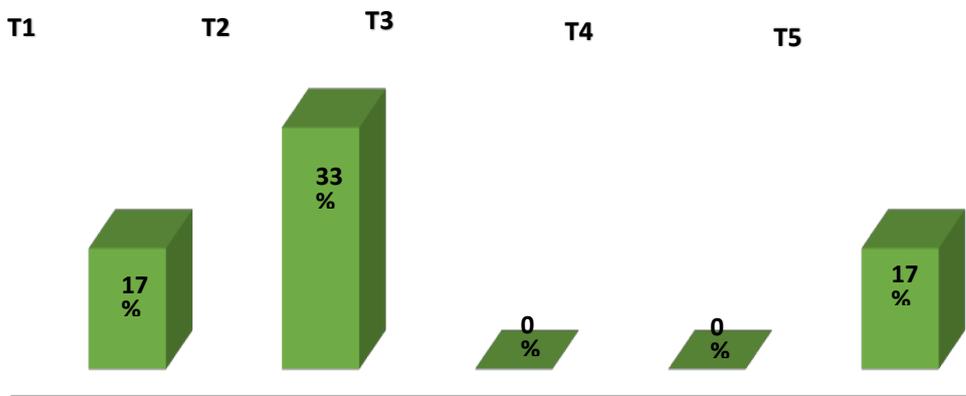
As taxas de crescimento em diâmetro e altura foram submetidas à análise de variância em função do tempo após plantio (15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias). Uma vez atendidos esses pressupostos os dados foram submetidos à análise de variância por meio do programa Statistica 8.0, havendo diferenças significativas entre os dados, as médias foram comparadas pelo teste post-hoc de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 MORTALIDADE

A maior taxa de mortalidade (33%) ocorreu no tratamento T2, que representa a área com 100% de adubação química. Por outro lado, as adubações com biossólido apresentaram menores taxas, em especial os tratamentos T3 e T4 que mostraram 100% de sobrevivência. Os tratamentos testemunha T1 (sem fertilização) e o T5 (biossólido + NPK) apresentaram valores iguais para taxa de mortalidade (Figura 2).

**Figura 2.** Taxa de mortalidade do Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) no 105º dia de plantio experimental no município de Ipixuna do Pará.



A taxa média de mortalidade da espécie é de 19,13% (VIANI; RODRIGUES, 2007), valor acima dos encontrados para os tratamentos com biossólido e bem mais baixo que o tratamento que utilizou apenas a fertilização química (33%).

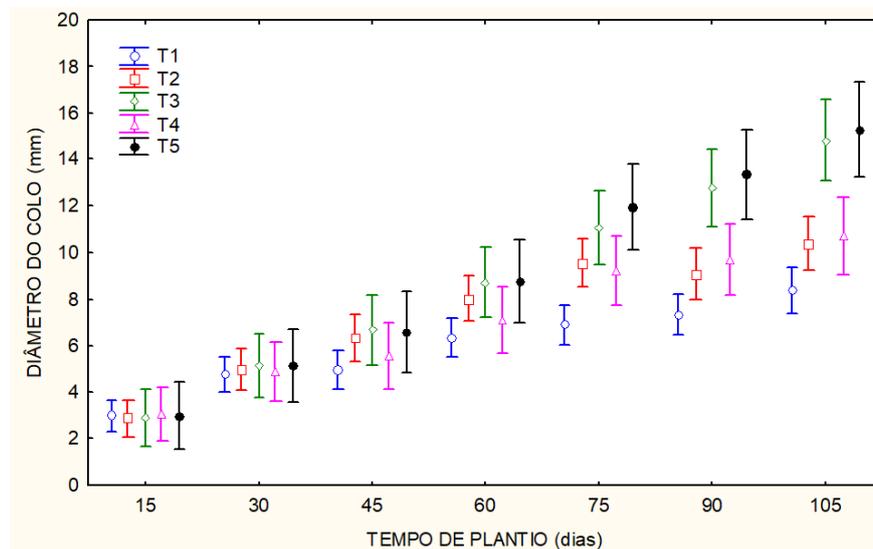
A perda de plantas na fase inicial do plantio está associada à competição por nutrientes, o afogamento do coleto, ataque de pragas, contato direto com o adubo químico (WILCKEN et al., 2008) e ainda com o sombreamento intenso (ALVINO et al, 2011). No experimento com o paricá, além do tratamento com maior quantidade de adubação química (T2), os tratamentos (T1) e (T5) foram atacados por formigas cortadeiras e “grilo-da-terra”, o que contribuiu para os maiores valores da taxa de mortalidade.

Apesar das mudas utilizadas nesse experimento pertencerem ao mesmo lote, mesma idade e o desenvolvimento inicial nas mesmas condições, elas não são oriundas da mesma matriz. Com isso, possuem diferenças genéticas que também podem ter influenciado na taxa de mortalidade. No entanto, assume-se a premissa de que um possível efeito da matriz na mortalidade seria diluído pela casualidade da distribuição das mudas entre os tratamentos.

Efeito da adubação para o desenvolvimento de mudas de paricá

Os valores médios para diâmetro do coleto e altura de paricá nos tratamentos com diversas fertilizações, com e sem biofósforo, são apresentados nas figuras 4 e 5. A análise de variância mostrou diferença significativa entre os tratamentos para a variável diâmetro do coleto ( $F= 10,411$   $p= 0,001$ ) com probabilidade de erro de 0,05%. As médias para essa variável passaram a diferir entre os tratamentos a partir de 75 dias de plantadas, com o tratamento testemunha (T1), que não recebeu nenhuma adubação, apresentando o menor diâmetro de coleto, conforme é apresentado na figura 3.

**Figura 3.** Médias do diâmetro de coleto de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke com 105 dias de idade em diferentes condições de adubação.



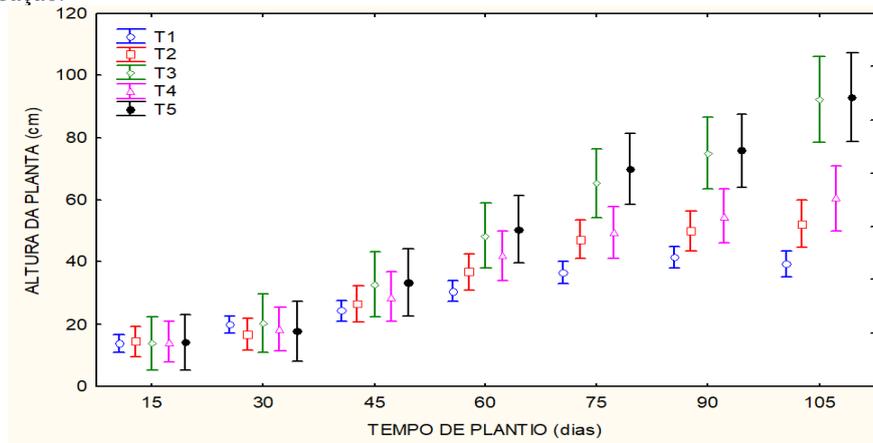
A partir de 90 dias os tratamentos que utilizaram apenas biofósforo (T3) e biofósforo associado ao NPK (T5) foram significativamente maiores que os demais tratamentos. No estudo realizado por Lira et al. (2008) foi obtido resultado semelhante a este experimento ao aplicar 20 toneladas por hectare de biofósforo complementado com K na espécie florestal eucalipto. Os autores justificam que isto é devido à característica do lodo ativado, uma vez que o biofósforo influencia diretamente nas taxas de decomposição da matéria orgânica, isto ocorre devido aos valores excessivamente elevados de pH, teores de metais pesados e sais solúveis presentes no material. Devido a estes fatores, principalmente o N, encontra-se capaz de atender às necessidades por um longo período de tempo, principalmente, nos tratamentos onde foram aplicados maiores quantidades de biofósforo.

A ausência de nitrogênio no tratamento T4 comprometeu o desenvolvimento inicial de Paricá, haja vista que este nutriente possui ligação direta com o aumento de biomassa, devido à

influência nas rotas metabólicas da flora, de forma direta ou indireta, há desta forma, maior atividade fotossintética (ROSA, 2009).

A variável altura também mostrou diferença significativa entre os tratamentos ( $F= 12,165$ ;  $p= 0,0000$ ). No entanto, já a partir de 75 dias de plantio é possível observar a diferença, o maior valor das médias de alturas para os tratamentos T3 e T5 em relação aos demais, fato que comprova a altura ser um parâmetro mais sensível às intervenções de adubação (Figura 4).

**Figura 4.** Comparação de altura de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke com 105 dias de idades em diferentes condições de adubação.



Isto pode estar associado à capacidade do biofósforo em alterar as características do solo, uma vez que, as partículas finas e a matéria orgânica presentes no material podem maximizar a capacidade de reter a umidade e nutrientes de uma maneira prolongada (ASSENHEIMER, 2009).

Outro fator que influenciou no resultado do experimento é que a liberação dos nutrientes nos tratamentos com biofósforo ocorre de forma mais lenta que nos tratamentos com fertilizantes químicos. Logo, a disponibilidade de nutrientes para as plantas nos tratamentos com biofósforo estendesse por um período mais longo, assim, há menor suscetibilidade à lixiviação destes nutrientes (GUEDES, 2005). Nesse aspecto, observou-se tanto para diâmetro de coleto quanto para a altura, que a partir de 75 dias de plantio as diferenças são muito proeminentes entre os tratamentos.

Estudo com a avaliação do desenvolvimento inicial da espécie *Ceiba speciosa* (LIMA FILHO et al, 2019) também indicou diferenças significativas, a partir de 72 dias, entre os tratamentos com diferentes quantidades de biofósforo na fase de produção de mudas, na qual os tubetes maiores propiciam maior disponibilidade de nutrientes e melhor nutrição das plantas, repercutindo diretamente na sobrevivência das mudas após o plantio.

Outros benefícios que o uso do biofósforo apresenta são as elevadas taxas de concentração de nutrientes como fósforo, potássio e nitrogênio. Logo, há a interferência significativa no

desenvolvimento das plantas, tendo em vista que esses nutrientes em contato com a planta auxiliam na formação e crescimento prematuro das raízes, favorecerem o crescimento em altura das mudas, melhoram a eficiência no uso da água, ajudam a manter a absorção destas pelas plântulas, mesmo sob condições de alta tensão de umidade do solo, além de promover a fixação dos nutrientes no solo.

O uso de biossólido em plantios florestais da espécie paricá mostrou-se eficiente na melhoria do crescimento inicial em altura e diâmetro de coleto, com melhores resultados associados à adubação somente de biossólido (T3) ou com composição mista de biossólido com o adubo mineral NPK (T5). Os registros fotográficos da última medição do diâmetro de coleto e altura podem ser observados na figura 5.

**Figura 5.** Sétima medição nos cinco tratamentos do plantio experimental de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) com 105 dias de idades em diferentes condições de adubação.



Moreira et al (2020) analisaram os padrões microbiológicos deste biossólido produzido na ETE em Paragominas – PA, e verificaram que não apresenta risco de contaminação por organismos patogênicos, indicando que ele possui condições sanitárias e ambientais para o reuso florestal, como substrato para mudas florestais, em consonância com o que preconiza a Resolução 375 de 2006 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Esse enquadramento é um fator primordial para a utilização do biossólido em plantios florestais, pois garante que seu uso não irá gerar contaminações ou inconvenientes ambientais sob os aspectos físicos, químicos e biológicos com os demais componentes do sistema.

## 6 CONCLUSÕES

O uso de biossólido mostrou-se mais eficiente que a adubação mineral para o crescimento em diâmetro e altura da espécie *Schizolobium amazonicum* na fase inicial do plantio.

Apesar do uso do bio-sólido em diferentes proporções ter-se mostrado eficiente para o desenvolvimento morfológico da planta, existe a demanda por mais estudos relacionados ao aprimoramento no beneficiamento do bio-sólido para maximizar o potencial nutricional, diminuição do volume a ser aplicado, assim como, avaliar a viabilidade econômica da aplicação do mesmo em plantios comerciais.

### REFERÊNCIAS

ALVINO, R.; Oliveira, F.; ROSA, L. S.; RAYOL, B. P. Efeito do espaçamento e do uso de leguminosas de cobertura no manejo de plantas invasoras em reflorestamento de *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke (Paricá). **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 391-399, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000300003>.

ASSENHEIMER, A. Benefícios do uso de bio-sólidos como substratos na produção de mudas de espécies florestais. **Ambiência**, v. 5, n. 2, p. 321-330, 2009. <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/345/pdf>.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; FIGUEIRÊDO, R. D. O.; SILVA, G. **Características agroclimáticas do município de Paragominas**. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (228), 2005. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/407905/1/OrientalDoc228.pdf>.

CABREIRA, G. V., SANTOS LELES, P. S., ALONSO, J. M., ABREU, A. H. M., LOPES, N. F., SANTOS, G. R. Bio-sólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, v. 47, n. 2, p. 165-176, 2017. <https://doi.org/10.5380/ufv.v47i1.44291>.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G., GOMES, D. R.; OLIVEIRA GONÇALVES, E.; ALVES, A. F. Bio-sólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012. <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/26302/17503>.

DEUS, A.S. et al. Efeito do bio-sólido de indústria têxtil para o solo e para a produção do capim-elefante **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, jul. 2020. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13780/11532>

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006. <https://www.redalyc.org/pdf/534/53416205.pdf>.

GODOY, L. C. A logística na destinação do lodo de esgoto. **Revista Científica on-line-Tecnologia, Gestão e Humanismo**, v. 2, n. 1, 2013. <http://www.fatecguaratingueta.edu.br/revista/index.php/RCO-TGH/article/view/43/26>.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A. D.; POGGIANI, F.; MATTIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista**

**Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 267-280, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000200008>.

LIMA FILHO, P.; LELES, P.S.S.; ABREU, A.H.M.; SILVA, E.V.; FONSECA, A.C. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 27-39, jan./mar., 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509819340>.

LIRA, A. C. S.; GUEDES, M. C.; SCHALCH, V. Reciclagem de lodo de esgoto em plantação de eucalipto: carbono e nitrogênio. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 2, p. 207-216, 2008. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/348782/1/ArtigoTecnico10706.pdf>.

MOREIRA, S.F.; SANTOSA, S.D.O.; PEREIRA JÚNIOR; A. A potencialidade do lodo de esgoto como componente de substrato para mudas de espécies florestais. **Multidisciplinary Science Journal**. <https://doi.org/10.29327/multiscience.2020006>.

PAIVA, A. VI.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J. L. M.; FERRAZ, A. V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 499-511, 2009. <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr84/cap18.pdf>.

SANEPAR – **Agência de Saneamento Básico de Paragominas**. Sistema de esgotamento sanitário – Morada do Sol, 2017. [http://saneparagominas.com.br/esgoto/estacoes\\_tratamento/](http://saneparagominas.com.br/esgoto/estacoes_tratamento/).

SILVA, P. H. M. **Produção de madeira, ciclagem de nutrientes e fertilidade do solo em plantios de *Eucalyptus grandis*, após aplicação de lodo de esgoto**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 117 p. 2006. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-15022007-143118/publico/PauloSilva.pdf>

STIPP, N. A. F.; STIPP, M. E. F. Análise ambiental em cidades de pequeno e médio porte. **GEOGRAFIA**, v. 13, n. 2, p. 23-36, 2010. <http://www.uel.br/revistas/geografia/v13n2/2.pdf>.

VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescente florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1067-1075, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000800002>.