



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**CRESCIMENTO DE MUDAS DE IPÊ-ROXO (*Handroanthus impetiginosus*
(Mart. ex DC.) Mattos, COM INCORPORAÇÃO DE
SERRAGEM AO SUBSTRATO**

ANDRÉ MENDES LAGATTA

ORIENTADOR
PROF. ANDERSON MARCOS DE SOUZA

BRASÍLIA-DF, ABRIL DE 2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a minha mãe e meu pai, por todo o esforço, paciência e dedicação que tiveram em minha criação, me ensinando a ser uma pessoa cada vez melhor e sempre me dando sabedoria em minhas escolhas. A minha irmã, pelas suas valorosas dicas, além de todo o amor dado.

A todos os professores da UNB que contribuíram para minha formação, tanto acadêmica quanto pessoal. Ao meu orientador professor Anderson, por ter me dado a oportunidade de desenvolver esse trabalho e por todo o auxílio dado. A todos os colegas e amigos de graduação, cujo alguns, espero levar comigo para toda a vida.

Por fim (mas nunca por último), meus agradecimentos e meu carinho à Bruna, minha mulher e companheira, cujo sorriso, tornou o percurso mais leve, alegre e repleto de significado.

RESUMO

O setor florestal representa quantidade expressiva para o PIB nacional, além de contribuir significativamente para a geração de empregos diretos no país, demonstrando a importância da indústria da madeira para o Brasil. Assim como nos demais processos de industrialização, o da madeira também gera resíduos. Devido aos grandes volumes gerados desses resíduos e as grandes distâncias dos centros consumidores, estes são despejados em locais impróprios, queimados a céu aberto ou sofrem combustão espontânea. O gerenciamento dos resíduos é um dos grandes desafios contemporâneos dos países e empresas, sendo necessária a implementação de métodos sustentáveis para o aproveitamento desses resíduos. A serragem, resíduo originado da operação das serras, é encontrada em quase todos os tipos de indústrias madeireiras e moveleiras. É particularmente o resíduo que tem o maior rigor da fiscalização, por sua fácil disseminação pelo vento. Ainda assim, muitas serrarias ainda realizam a sua queima ilegal ou a deposição em locais irregulares. Tendo em vista as dificuldades de utilização e destinação da serragem, o presente estudo foi baseado em uma alternativa já utilizada, que é como substrato na produção de mudas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) em viveiro, com a incorporação de diferentes concentrações de serragem fina de madeira no substrato de produção de mudas, variando de 0% (controle) a 50%, utilizando seis tratamentos. O experimento foi instalado em terreno localizado na região administrativa do Jardim botânico e contou com a produção de 156 mudas, sendo 26 destinadas para cada tratamento. As variáveis mensuradas aos 60 e 120 dias após da emergência das plântulas foram o número de folíolos, a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto. Após esse período, foram avaliados o comprimento e diâmetro das raízes, as massas secas da parte aérea e da raiz e, por fim, os padrões de qualidade das mudas. Os resultados demonstraram que o resíduo de serragem pode ser utilizado ou introduzido ao substrato, desde que numa proporção próxima a 10%, sendo este tratamento, o que produziu mudas com melhores padrões de qualidade. A incorporação de serragem em maiores proporções no substrato foi prejudicial ao desenvolvimento e estabelecimento das mudas.

Palavras chave: serragem, produção de mudas, *Handroanthus impetiginosus*

ABSTRACT

The forestry sector represents a significant amount for the national GDP, in addition to contributing significantly to the generation of direct jobs in the country, demonstrating the importance of the wood industry for Brazil. As in other industrialization processes, wood also generates waste. Due to the large volumes generated from these residues and the great distances from consumer centers, they are dumped in inappropriate places, burned in the open or undergo spontaneous combustion. Waste management is one of the great contemporary challenges for countries and companies, requiring the implementation of sustainable methods for the use of these wastes. Sawdust, residue originated from the operation of saws, is found in almost all types of wood and furniture industries. It is particularly the residue that has the most rigorous inspection, due to its easy dissemination by the wind. Even so, many sawmills still carry out their illegal burning or dumping in irregular locations. In view of the difficulties in using and disposing of sawdust, the present study was based on an alternative already used, which is as a substrate in the production of seedlings. Thus, the objective of this study was to evaluate the growth of ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) seedlings in a nursery, with the incorporation of different concentrations of fine wood sawdust in the seedling production substrate, ranging from 0% (control) to 50%, using six treatments. The experiment was installed on land located in the administrative region of Botanical Garden and had the production of 156 seedlings, 26 of which were destined for each treatment. The variables measured at 60 and 120 days after seedling emergence were the number of leaflets, shoot height, and collection diameter. After this period, the length and diameter of the roots, the dry mass of the shoot and root and, finally, the quality standards of the seedlings were evaluated. The results showed that the sawdust residue can be used or introduced to the substrate, provided that in a proportion close to 10%, and this treatment produced seedlings with better quality standards. The incorporation of sawdust in larger proportions in the substrate was harmful to the development and establishment of seedlings.

Key-words: Sawdust, seedling production, *Handroanthus impetiginosus*

1. SUMÁRIO	
2. ÍNDICE DE TABELAS	7
3. ÍNDICE DE FIGURAS	8
4. INTRODUÇÃO	9
5. OBJETIVO GERAL	10
Objetivos específicos	10
6. HIPÓTESES.....	10
7. REFERENCIAL TEÓRICO	10
7.1. Mercado de madeira no DF	10
7.2. O processo de desdobro das toras e a geração de resíduos	12
7.3. Os resíduos gerados	12
a) Costaneiras.....	12
b) Maravalha	13
c) Cavaco (aparas, refilos e destopos).....	13
d) Cascas	13
e) Serragem ou pó de serra.....	14
7.4. Espécie utilizada	15
7.5. Produção de mudas	16
7.6. Manejo e padrões de qualidade de mudas em viveiro	17
7.7. Índice de qualidade de Dickson	18
7.8. Análise de regressão	18
8. MATERIAIS E MÉTODOS	19
8.1. Local de execução do experimento.....	19
8.2. A coleta das sementes e beneficiamento.....	19
8.3. Preparo do substrato e montagem do experimento.....	19

8.4. Obtenção dos dados	21
8.5. Análise dos resultados.	23
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
9.1. Estabelecimento e desenvolvimento das mudas	25
9.2. Incremento	31
9.3. Regressão	33
9.4. índice de qualidade de mudas e relações	34
10. CONCLUSÕES	37
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

2. ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo da Análise de Variância do desenvolvimento e estabelecimento de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em viveiro.....	25
Tabela 2 – Resumo da Análise de Variância do sistema radicular e massa seca de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em viveiro.	29
Tabela 3 – Resumo da Análise de Variância do incremento entre as avaliações dos 60 e 120 dias.....	31
Tabela 4 – Resultado da regressão dos modelos para índice de Qualidade de Dickson.	33
Tabela 5 – Resumo da Análise de Variância dos índices de qualidade de mudas.....	34

3. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Preparo e instalação do experimento. A: Terra de subsolo e adubo orgânico; B: Substrato misturado; C: Substrato contendo 0% de serragem; D: Substrato contendo 50% de serragem; E: Linhas do experimento de T0% (esquerda) até T50% (direita); F: Disposição das mudas; G: Mudas selecionadas para pesagem; H: Serragem fina utilizada no experimento.	21
Figura 2 – Plantas selecionadas para pesagem. A: T0%; B: T10%; C: T20%; D: T30%; E: T40%; F: T50%; G: Separadas por papel pardo; H: Material na estufa.	23
Figura 3 – Valores médios do desenvolvimento e estabelecimento de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em viveiro aos 60 dias	26
Figura 4 - Valores médios do desenvolvimento e estabelecimento de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em viveiro aos 120 dias	27
Figura 5 - Valores médios do sistema radicular e massa seca de mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em viveiro aos 120 dias. comprimento da raiz (CR), diâmetro da raiz (DR); MSR e MSPA.	30
Figura 6 – Valores médios de incremento do crescimento e desenvolvimento das mudas de <i>Handroanthus impetiginosus</i> em viveiro.	33
Figura 7 – Gráficos de resíduos para os dois modelos ajustados.	34
Figura 8 – Gráficos contendo os valores médios de RAPA, RAD e IQD por tratamento.	35

4. INTRODUÇÃO

Mais da metade (54%) das florestas do mundo estão em apenas cinco países, Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China. O Brasil ocupa o 2º lugar no ranking, possuindo área de 496,620 milhões de hectares de floresta (12%), ficando atrás apenas da Rússia, que possui 815,312 milhões de hectares de florestas (20%) (FAO, 2020).

Do total de florestas no Brasil, 98% correspondem a florestas naturais, enquanto apenas 2% são florestas plantadas, essas florestas ocupam uma área de 9.983.095 ha, e o Eucalipto é o que apresenta maior área, sendo 76,3% do total, seguido pelo Pinus, representando 19,8 % do total, enquanto outras espécies plantadas correspondem a 3,9 % do total. (SNIF, 2020).

Em 2019, o setor florestal representou 1,2% do PIB nacional, com receita bruta total de R\$ 97,4 bilhões, além de contribuir significativamente com a geração de empregos diretos no país, com 1,3 milhão de postos de trabalho, na cadeia de árvores plantadas no mesmo ano de 2019, demonstrando a importância da indústria da madeira para o Brasil (IBÁ, 2020).

Já no Distrito Federal, com base no Inventário Florestal Nacional de 2016, as florestas plantadas ocupam 2% do território, com 8842 ha, dos quais 4000 estão localizados em áreas protegidas (Unidades de conservação de uso sustentável e áreas militares). Por não possuir quantidades expressivas de florestas plantadas, a maioria dos insumos para a indústria de madeira no DF vem de outros estados, que abastece o mercado interno com produtos prontos para serem comercializados ou beneficiados.

A madeira, material de importância histórica para o desenvolvimento da humanidade, é apontada como uma alternativa ecológica a materiais que causam incomparáveis danos ambientais, como compostos de cimento, plásticos e metais (IPT, 2009). Sua sustentabilidade está associada ao fato de ser um material reciclável, renovável e biodegradável, além de haver menos dispêndio de energia em sua transformação (MARQUES, 2008).

Acerca disso, observa-se que o processo de industrialização da madeira gera resíduos diversos. Segundo Rech (2002), a utilização mais comum dos resíduos do desdobro tem sido a queima direta e, mais recentemente, o fabrico de aglomerados tipo M.D.F. Entretanto, devido aos grandes volumes gerados desses resíduos e as grandes distâncias dos centros consumidores, demandando altas despesas com transporte, esses

resíduos são despejados em locais impróprios, queimados a céu aberto ou sofrem combustão espontânea, com emissão de partículas finas para a atmosfera, podendo provocar reações adversas na população.

O gerenciamento dos resíduos é um dos grandes desafios contemporâneos dos países e empresas, sendo necessária a implementação de métodos sustentáveis para o aproveitamento desses resíduos. Tem-se, portanto, a necessidade de estudos qualificando os resíduos, bem como os métodos de ação para a sua correta destinação, de modo que sejam tratados como insumos e fonte de renda, ao invés de serem vistos como lixo ou como um problema.

5. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) em viveiro, com a incorporação de diferentes concentrações de serragem fina de madeira no substrato de produção de mudas.

Objetivos específicos

- Verificar a viabilidade da incorporação deste tipo de resíduo ao substrato de produção de mudas de Ipê-roxo, possibilitando a sua reutilização;
- Avaliar se esta incorporação de resíduo influencia no crescimento e desenvolvimento das mudas nas diferentes fases de produção das mudas em viveiro;
- Recomendar uma concentração de incorporação que possa ser utilizada na produção de mudas de ipê;

6. HIPÓTESES

As diferentes concentrações de incorporação de serragem geram diferenças no crescimento e no padrão de qualidades das mudas no viveiro?

7. REFERENCIAL TEÓRICO

7.1. Mercado de madeira no DF

Segundo a ABIMCI (2019), o Distrito federal, no ano de 2018, possuía 445 estabelecimentos da indústria da madeira e 1860 estabelecimentos na indústria de móveis

de madeira, sendo que tal número tende a crescer ainda mais. De acordo com dados da Pesquisa Mensal do Comércio (PMC), divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o volume de vendas do setor moveleiro no ano de 2020 teve um crescimento de 11,9% comparado a 2019. Na pesquisa por estado, estados como Rio de Janeiro, São Paulo, Bahia e Distrito Federal cresceram mais que a média nacional.

O Distrito Federal é caracterizado por ser uma região de grande consumo de matéria-prima florestal na forma de madeira processada. Nesse sentido, os estados do Pará e Rondônia são os responsáveis pelo fornecimento de madeira processada na forma de serrada. Já os estados de São Paulo, Mato Grosso e Paraná fornecem a madeira reconstituída (compensado, MDF e aglomerado). Atualmente, a cadeia produtiva de madeira, no Distrito Federal, é composta por dois segmentos principais. O primeiro segmento, referente à construção civil, é responsável por aproximadamente 78% do consumo de madeira no Distrito Federal e é caracterizado pelo baixo desenvolvimento em tecnologia, principal fato responsável pela alta geração de resíduos. Quanto ao segundo segmento, é representado pela indústria moveleiro, com 16,5% dos consumidores de madeira do DF, e vem se estabelecendo como polo industrial no DF (SABLOWSKI; GONÇALEZ; et al., 2007).

No segmento da construção civil, a madeira pode ser utilizada de maneira temporária em formas para concreto (tábua e sarrafo), em escoramentos e em andaimes. Além disso, pode também ser utilizada, de maneira definitiva, em estruturas de cobertura (vigas, caibros, ripas), em esquadrias (portas, janelas, portais) e em forros e pisos (VIEIRA; GESUALDO, 2016). Já o segmento da indústria moveleira, utiliza compensados, MDF, chapas ou painéis, além da madeira serrada. Todos esses produtos, são advindos de um primeiro processo de transformação industrial (FAGUNDES, 2003).

Segundo trabalho realizado por Oliveira et al. (2008), no Distrito Federal foram relatadas 18 espécies de madeira comercializadas como madeira estrutural, porém apenas cinco espécies dominam o mercado e são encontradas mais frequentemente: angelim-vermelho (*Dinizia excelsa*), maçaranduba (*Manilhara huberi*), ipê (*Handroanthus* sp.), cumaru (*Dipterys odorata*) e melancieira (*Alexa grandiflora*). Essas espécies foram relatadas como presentes em mais de 92% dos estabelecimentos. Entretanto, a espécie mais frequente foi o angelim-vermelho, presente em 73,3% dos estabelecimentos, provavelmente devido ao preço da espécie, que é significativamente inferior ao de outras também utilizadas em estruturas.

7.2. O processo de desdobro das toras e a geração de resíduos

O processo de desdobro das toras em produtos serrados (vigas, tábuas, pontaletes, dentre outros) é realizado em uma serraria, que, segundo Rocha (2002) pode ser definido como o local onde toras são recebidas, armazenadas e processadas em madeira serrada, no qual, em seguida, é realizado o processo de secagem dessa madeira.

No processo de desdobro, ocorre necessariamente, em maior ou menor porcentagem, uma geração de resíduos, que pode ser intensificada ou não por alguns fatores, como a procedência da matéria-prima, a eficiência dos maquinários no chão da fábrica, a qualificação técnica empregada e a demanda do mercado. Em relação à demanda do mercado, de acordo com a solicitação do cliente, quanto menor for a espessura da peça, por exemplo, maior será a perda, pois quanto maior for o número de cortes maior será a quantidade de resíduos gerados (BRAND et al., 2002).

Ainda que a maior perda de madeira, na forma de resíduo, ocorra no desdobro das toras, na fase subsequente, após o processo de secagem, ocorre o beneficiamento da madeira, que também produz volumes significativos de resíduos, geralmente na forma de serragem e retalhos (FAGUNDES, 2003). Segundo Bittencourt et al. (2002), o beneficiamento da madeira maciça seca produz de 15 a 30% de resíduos, que atualmente são simplesmente lançados na natureza ou queimados.

7.3. Os resíduos gerados

Os resíduos gerados na etapa do desdobro são costaneiras, lascas, maravalhas, resíduos do refilamento, aparas ou destopo, casca e serragem ou pó de serra. (DACOSTA, 2004). No que se refere ao significado de cada um deles:

a) Costaneiras

Na operação de serrar a tora em um “bloco”, ocorre a remoção de quatro costaneiras, as quais são os primeiros subprodutos da linha e são normalmente comercializadas como lenha ou como revestimento de estruturas com aspecto rústico, sendo vendidas geralmente como madeiras de qualidade inferior. (LEITE, 2006).

b) Maravalha

A Maravalha, também conhecida como cepilho, é o resíduo gerado pelas plainas nas instalações de serraria e de beneficiamento (HILLIG et al., 2006). Tal elemento é uma alternativa para os resíduos agrícolas, que podem ser utilizadas também como cama de aviário. Após o uso dessas camas, é possível utilizar esse material na adubação, sendo um descarte ecologicamente correto (ÁVILLA et al., 2008).

c) Cavaco (aparas, refilos e destopos).

O cavaco é composto por pequenos pedaços de madeira, com dimensões entre 5 e 50mm, obtido através da picagem da madeira, madeira essa, que pode estar em diversos formatos, como de aparas, refilos, destopos, toretes ou em qualquer forma que se encontrar a peça de madeira, considerando que o picador a ser utilizado tenha as dimensões de entrada suficientemente grandes e a potência necessária para tal serviço.

O cavaco, que apresenta boas características energéticas, é também utilizado como matéria-prima para as indústrias de painéis reconstituídos, como o *Medium Density Fiberboard* (MDF), o *Medium Density Particleboard* (MDP) e alguns outros tipos de painéis. O cavaco também tem abundante utilização na queima direta para atender a diferentes processos de geração de energia, seja em grandes indústrias ou em pequenas empresas (DINIZ, 2014).

d) Cascas

Uma boa opção para as cascas é a sua retirada das toras, por meio do descascamento mecânico ou manual, e estas serem deixadas no talhão, pois podem ser utilizadas como condicionador do solo da floresta, além de reduzir parte do volume a ser transportado.

O descascamento mecanizado pode ser feito durante o processo de corte e seccionamento das toras. No cabeçote da máquina colhedeira, *harvester*, podem ser inseridos dois rolos com “pinos”, que realizam esse descascamento, ao mesmo tempo em que as árvores são cortadas e seccionadas. Tal processo aumenta o rendimento do desdobro desses toretes, pois constantemente as cascas devem ser retiradas das serras no momento do corte para que não congestionem a linha de produção, além de propiciarem

um aumento na constância da manutenção e afiação, acarretando em uma redução na vida útil das serras do maquinário da serraria e das facas do picador.

Este é um resíduo com poucas alternativas de emprego, eventualmente, tem sido utilizado na realização de projetos paisagísticos de parques, praças e jardins residenciais (FAGUNDES,2003).

e) Serragem ou pó de serra

Segundo Dutra e Nascimento (2005), serragem são resíduos originados da operação de serras, encontrados em todos os tipos de indústrias madeireiras e moveleiras, com exceção das laminadoras de toras.

A serragem já foi um material muito aplicado em cama de aviários, mas atualmente seu uso foi eliminado, pois se mostrou um grande causador de prejuízos às aves e conseqüentemente à produção. Este material prejudica o sistema respiratório das aves, além dos animais não tolerarem a umidade e gerar um mau cheiro em pouco tempo (INFORAGRO, 2011).

Por ser oriunda de um recurso renovável e ser biodegradável, espera-se que não cause maiores problemas ao meio ambiente, porém, devido ao longo tempo necessário para que ocorra a decomposição deste resíduo e pelo volume deste produto concentrado em um determinado local pode trazer diversos problemas (RECH, 2002).

Segundo Rech (2002), a deposição de serragem em locais inadequados ou de maneira indevida pode provocar problemas nas culturas agrícolas e florestais, pois a presença de extrativos diversos nesse material pode atingir níveis tóxicos para as plantas, podendo prejudicar também a vegetação herbácea arbustiva nos locais em que seria ocorrido essa deposição do material.

O uso de serragem como substrato vai depender da espécie processada, da condição e do tempo de armazenamento. Recomenda-se a mistura de serragem com outros materiais mais grosseiros antes do uso como substrato no cultivo de plantas, pois quando pura, pode causar problemas de excesso de umidade e redução do nível de oxigênio disponível às plantas (SODRÉ, 2008).

De acordo com Sturion & Antunes (2000), a serragem pode ser inadequada, como na cobertura de leitos de semeadura, quando contém tanino, resina ou terebentina (conforme a espécie). Nesse sentido, podem ser tóxicos às plantas, além de aumentar a acidez.

A serragem é particularmente o resíduo que tem o maior rigor da fiscalização, por sua fácil disseminação pelo vento. Ainda assim, pelas dificuldades em encontrar utilidades para esse resíduo ou obter lucros com a venda, muitas serrarias ainda realizam a sua queima ilegal ou a deposição em locais irregulares (FAGUNDES,2003).

Tendo em vista as dificuldades de utilização e destinação da serragem, o presente estudo foi baseado em uma alternativa já utilizada para a serragem, que é como substrato na produção de mudas. Segundo Maragno et al., 2007, a utilização desse resíduo na composição de substratos renováveis para a produção de mudas florestais pode representar uma alternativa viável, pois ela é capaz de propiciar melhorias na estrutura física do meio de crescimento, com o aumento da aeração e a diminuição da densidade.

Estudando a influência de diferentes materiais e suas combinações na produção de mudas de erva-mate, Wendling et al. (2017) verificaram que os tratamentos contendo serragem, palito de erva-mate e, principalmente, esterco bovino, além de serem mais econômicos, mostraram bons resultados na qualidade das mudas produzidas.

Verificando o efeito do uso de bagaço de cana, casca de urucum e serragem em diferentes proporções, na composição de substratos alternativos, no desenvolvimento e qualidade de mudas de flamboyant e ipê-mirim, Massad et al. (2015) avaliaram altura; diâmetro de coleto; massa seca da parte aérea; massa seca da raiz e massa seca total, além das relações H/DC, H/MSPA e Índice de qualidade de Dickson. Através da avaliação dos parâmetros morfológicos e IQD concluíram que o flamboyant apresentou valores superiores para H, DC, MSPA, MSR, MST, MSPA/MSR e IQD, conferindo um padrão de qualidade de mudas superior ao ipê-mirim. Os substratos contendo acréscimo do bagaço de cana e casca de urucum promoveram maior ganho em altura nas mudas.

7.4. Espécie utilizada

A *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos é popularmente conhecida como ipê-roxo, pau-d'arco-roxo, entre outros. Tal espécie pertence à família Bignoniaceae, sendo de porte arbóreo e alcançando alturas de 8 a 20 m, com característica de planta decídua (LORENZI, 2002). É uma espécie caducifólia, cujas folhas são compostas, folioladas, folíolos coriáceos, pubescentes em ambas as faces e levemente serradas até o ápice (CARVALHO, 1994). O nome científico correto da espécie foi consultado através do herbário virtual re flora (LOHMANN, 2020).

A espécie identifica-se em habitat característico de Floresta Estacional Semidecidual e decidual, sendo frequente no cerrado, caatinga e mata seca (CARVALHO, 1994). Com ocorrência desde o Piauí e Ceará, Até Minas Gerais, Goiás e São Paulo (LORENZI, 1992). Sua floração é numerosa, estendendo-se por toda a copa da árvore, propiciando um efeito de excepcional beleza, fazendo com que a espécie seja muito utilizada para arborização urbana e em projetos paisagísticos. Além de ser também, frequentemente, utilizada para recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 1992).

A espécie vem sendo estudada por ser de alto valor econômico, ornamental e medicinal, além de ser muito utilizada com propósitos madeireiros e de restauração de áreas degradadas. Recebe atenção especial também devido ao alto grau de desmatamento, que tem levado à diminuição das populações (SIQUEIRA & NOGUEIRA, 1992).

O ipê-roxo está entre as 10 espécies mais frequentes encontradas no Campus da Universidade de Brasília (UnB) (KURIHARA; IMAÑA-ENCINAS; PAULA, 2005). A espécie pode ser encontrada também por todo o Distrito Federal. A Novacap tem catalogado cerca de 250 mil ipês em todo o Distrito Federal, de cinco espécies: roxa, amarela, branca, rosa e verde. Em 2020, a Companhia plantou mais de 30 mil árvores do gênero *Handroanthus* e, no programa de arborização de arborização de 2021, foram plantados mais de 40 mil ipês em todo o DF.

As árvores adultas de ipê-roxo podem ser vistas nos canteiros do Eixo rodoviário, nas superquadras 216 Norte, 114 Sul e às margens da via W5 Sul, próximo a região do Cruzeiro, em frente à embaixada do Iraque. São encontrados exemplares por quase todas as quadras de Brasília (DF). Além do mais, no Taguaparque, há um espaço dedicado à espécie, a Praça do Respeito, cujo local recebeu um plantio de 26 ipês-roxos. Fonte: ([Agência Brasília \(agenciabrasilia.df.gov.br\)](http://agenciabrasilia.df.gov.br))

7.5. Produção de mudas

A formação de mudas florestais de boa qualidade envolve os processos de germinação de sementes, iniciação radicular, formação do sistema radicular e parte aérea. Os processos citados estão diretamente relacionados com características que apontam o grau de eficiência do substrato, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes (SABONARO & GALBIATTI, 2007). Segundo Fonseca (2001), na escolha de um substrato devem ser observadas, principalmente, suas

características físicas e químicas e a espécie a ser plantada, além de aspectos econômicos como baixo custo e disponibilidade.

A produção de mudas com a finalidade de promover a arborização urbana pode ser uma importante alternativa na diversificação econômica dos produtores rurais (EMBRAPA, 2002).

Atualmente, uma grande atenção tem sido dada também ao plantio de espécies folhosas nativas para a recuperação de áreas degradadas. Contudo, existem poucas informações sobre o manejo e o processo silvicultural na formação de mudas de ipê-roxo (SABONARO & GALBIATTI, 2007). Há uma concordância coletiva de que a qualidade das mudas é responsável por grande parte do sucesso do projeto de arborização. Portanto, precisam ser produzidas com boa qualidade, custo compatível e em quantidade adequada (MONTEIRO JUNIOR, 2000).

O aproveitamento dos resíduos orgânicos na composição dos substratos indica uma alternativa para a reciclagem de resíduos agroindustriais e industriais (CALDEIRA et al., 2013; NEVES et al., 2010). Dessa forma pode-se obter um material alternativo, de baixo custo, que esteja disponível na região, que melhora o desenvolvimento das mudas e diminui os custos de produção das mudas por substituir parcialmente a utilização do substrato comercial (MASSAD et al., 2015).

7.6. Manejo e padrões de qualidade de mudas em viveiro

As mudas de boa qualidade apresentam um maior potencial de sobrevivência e crescimento após o plantio, reduzindo os custos com tratamentos silviculturais e, muitas vezes, dispensando o replantio. Vários fatores afetam a qualidade das mudas, dentre eles é possível citar a qualidade da semente, tipo de recipiente, substrato, adubação e manejo das mudas em geral (CRUZ et al., 2006). O tipo de substrato e o tamanho do recipiente são os primeiros aspectos que devem ser pesquisados para se garantir a produção de mudas de boa qualidade (CARVALHO FILHO, 2003).

A inclusão de padrões sanitários em sementes de florestais, visando o controle da qualidade de sementes e mudas produzidas, é estratégica para dificultar a introdução e disseminação de patógenos (VECHIATO, 2010). Segundo Duryea (1985), a qualidade de muda pode ser definida como aqueles atributos necessários para que uma muda sobreviva e se desenvolva após o plantio no campo.

Na determinação da qualidade das mudas para o plantio, os parâmetros utilizados baseiam-se ou nos aspectos fenotípicos, denominados de morfológicos, ou nos internos das mudas, denominados de fisiológicos (GOMES et al., 2002). Na classificação das mudas quanto às suas características morfológicas, são consideradas a altura da parte aérea, o diâmetro do colo, a relação entre o diâmetro do colo e a altura da parte aérea, a relação entre as partes aérea/subterrânea, o peso de matéria seca e verde, o total das partes aérea e subterrânea e rigidez da haste (STURION; ANTUNES, 2000).

Segundo os mesmos autores, nenhuma dessas variáveis deve ser usada como critério único para classificação de mudas. Entretanto, o diâmetro do colo tem sido identificado como um dos melhores, senão o melhor, dos indicadores de padrão de qualidade. Levando em consideração esse fator, mudas com pequeno diâmetro e muito altas são consideradas de qualidade inferior, enquanto as mudas com um maior diâmetro de colo possivelmente possuem um desenvolvimento mais acentuado das partes aéreas e, em especial, do sistema radicular.

7.7. Índice de qualidade de Dickson

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é determinado em função da altura da parte aérea (ALT), do diâmetro do coleto (DIAM), fitomassa seca da parte aérea (MSPA) e da fitomassa seca das raízes (MSR), por meio da fórmula (DICKSON et al., 1960):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{ALT (cm)}{DIAM (mm)} + \frac{MSPA (g)}{MSR (g)}}$$

O índice de qualidade de Dickson é apontado como uma promissora medida morfológica integrada (JOHNSON e CLINE, 1991) e citado como bom indicador da qualidade de mudas, por considerar para o seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da fitomassa, sendo ponderados vários parâmetros importantes (FONSECA, 2002).

7.8. Análise de regressão

A regressão linear é compreendida como um procedimento estatístico para se ajustar um modelo matemático qualquer, no qual estão envolvidas diversas variáveis que se relacionam mutuamente. Para isso, busca-se uma equação com a melhor precisão possível, equação esta, ajustada por meio de testes estatísticos (SCHNEIDER, 1997).

A seleção das variáveis para um modelo de regressão tem de ser feita a partir da correlação entre as mesmas. Assim, a variável dependente é equacionada como função das variáveis correlacionadas (SCHNEIDER, 1997).

8. MATERIAIS E MÉTODOS

8.1. Local de execução do experimento

O experimento foi instalado a pleno sol, em um terreno localizado na região do Jardim Botânico DF. A escolha deste local foi em decorrência da pandemia de COVID-19, que indisponibilizou muitos locais que antes estariam disponíveis para a realização do estudo. A espécie trabalhada foi o ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), que, segundo Schneider (2000), é heliófila, podendo ser plantada a pleno sol e tolerando também, sombreamento moderado na fase jovem.

8.2. A coleta das sementes e beneficiamento

As sementes foram coletadas no dia 02/10/2021, de um indivíduo localizado na região administrativa Jardim Botânico, nas coordenadas -15.86593, -47.75405, quando se iniciou a abertura espontânea, em seguida, foram deixadas ao sol para completarem sua abertura e a liberação de sementes. Houve uma pré separação das sementes, onde as brocadas e murchas foram dispensadas. Com as sementes previamente separadas, foi realizado o corte das asas, e em seguida, foi realizado o processo de quebra de dormência e de assepsia das sementes, deixando-as submersas em hipoclorito de sódio (2,0 a 2,5%), por 15 minutos, em seguida, as mesmas foram lavadas em água corrente e foram semeadas no dia 03/10/2021.

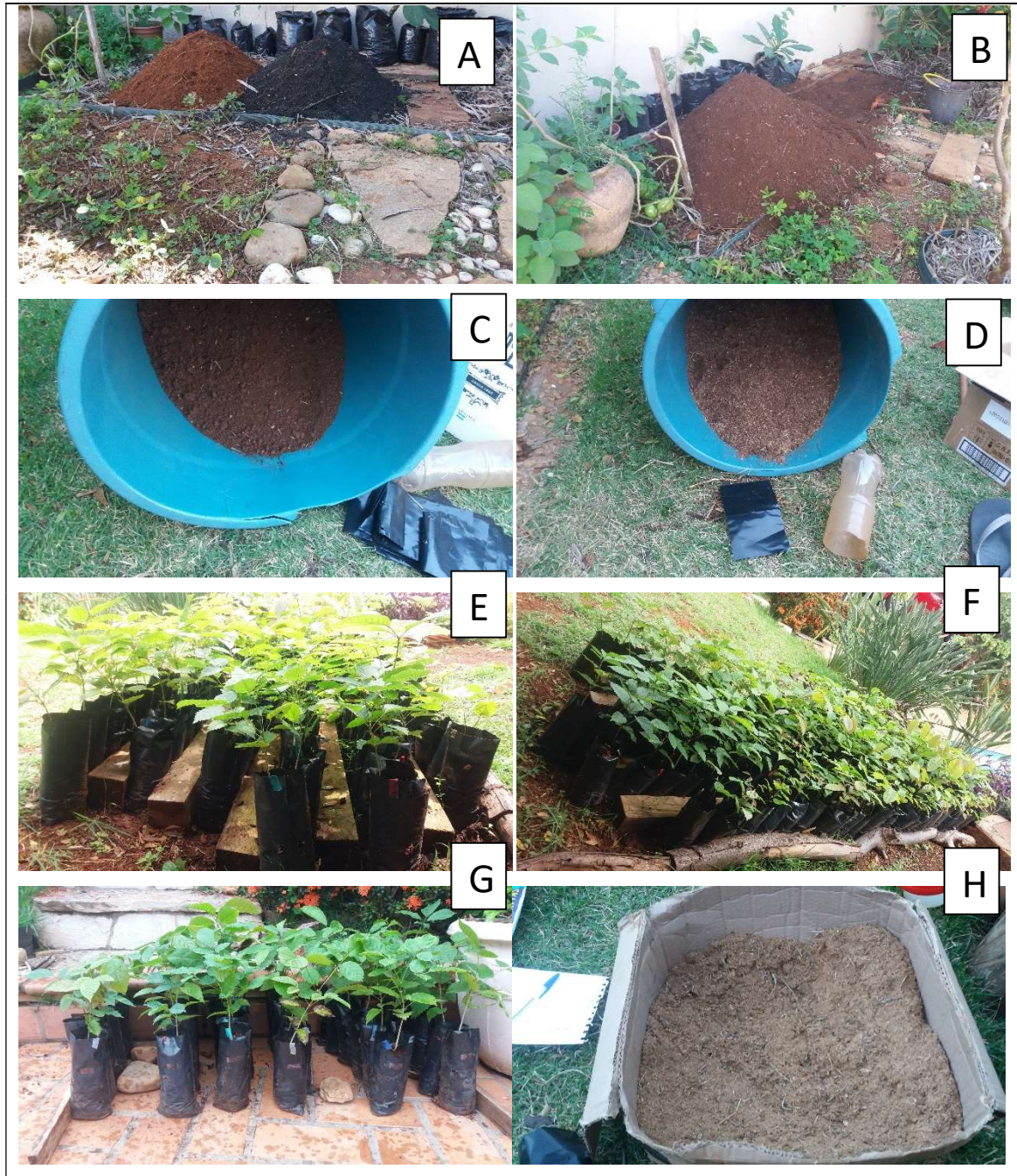
8.3. Preparo do substrato e montagem do experimento

O substrato utilizado em todos os tratamentos foi uma mistura de terra de subsolo, Bioplant e adubo de compostagem residencial, oriunda de resíduos vegetais advindos da alimentação, na proporção de 2:1:1, onde, para todos os tratamentos, o recipiente utilizado foi o saco plástico de polietileno, com dimensões de 36 cm de perímetro por 22 cm de altura (1 Litro).

Em cada tratamento foi adicionado ao substrato percentuais de serragem de Eucalipto, que foi coletada no dia 08/04/2021 verde, e alocada no solo em local aberto, até o início do experimento. O experimento contém um total seis tratamentos, T0% (controle); T10%; T20%; T30%; T40% e T50% com 26 mudas por tratamento, totalizando 156 mudas, que foram dispostas em linhas, cada linha contendo um tratamento. As linhas foram separadas por tabiques de 7,5 cm, com intenção de reduzir a competição entre as linhas.

O experimento foi montado no período chuvoso, portanto a irrigação foi realizada a cada dois dias, durante os 20 primeiros dias após a germinação, em seguida foi irrigada apenas através da chuva.

Figura 1 - Preparo e instalação do experimento. A: Terra de subsolo e adubo orgânico; B: Substrato misturado; C: Substrato contendo 0% de serragem; D: Substrato contendo 50% de serragem; E: Linhas do experimento de T0% (esquerda) até T50% (direita); F: Disposição das mudas; G: Mudas selecionadas para pesagem; H: Serragem fina utilizada no experimento.



8.4. Obtenção dos dados

A coleta dos dados foram aos 60 e 120 dias, após a emergência das mudas, ou seja, quando em 100% dos recipientes houve emergência. O dia da emergência foi aproximadamente sete dias após a sementeira.

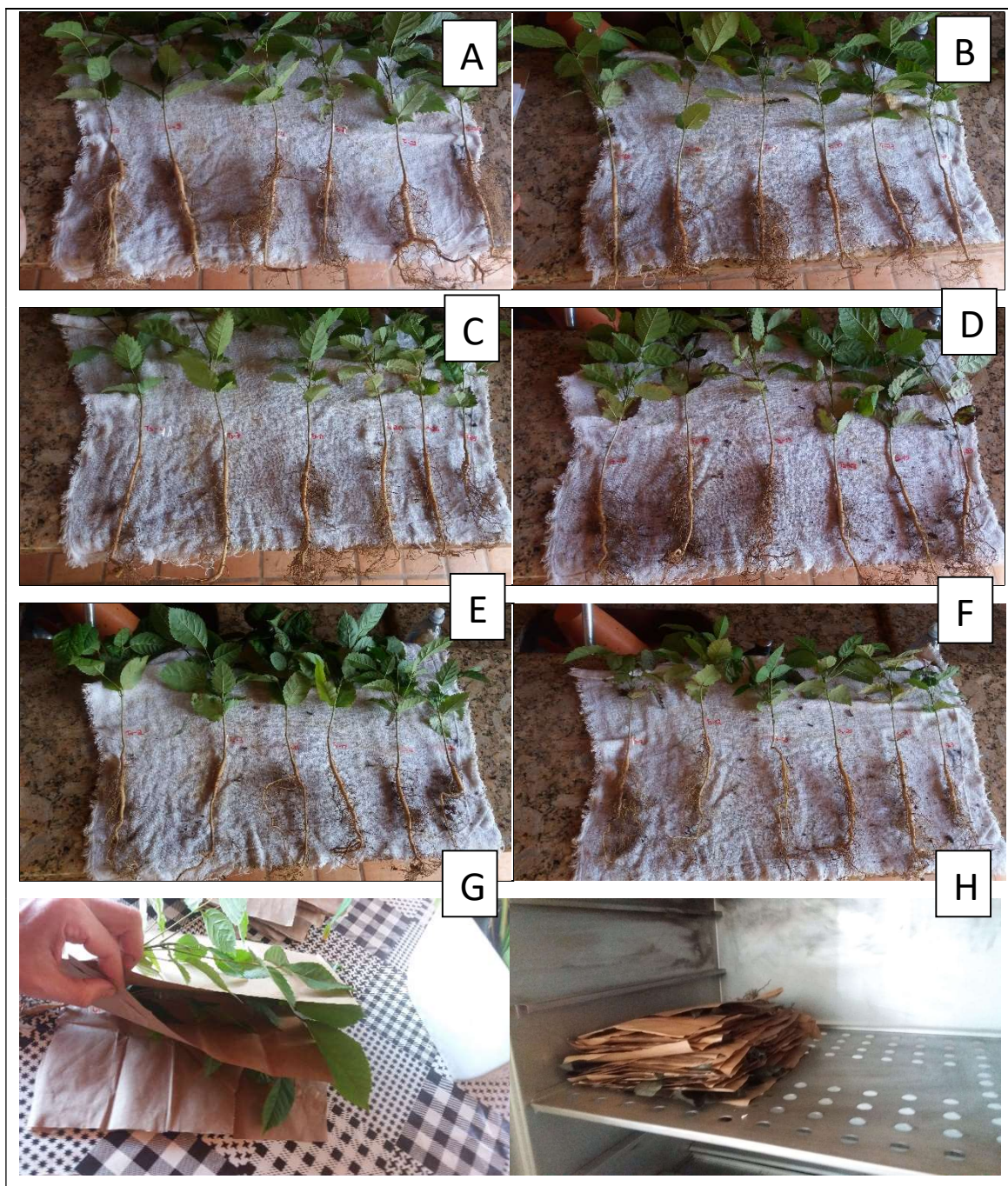
Nas duas coletas de dados, analisou-se para as 156 mudas, o número de folíolos (NF), a altura da parte aérea (ALT, em cm), e o diâmetro do coleto (DIAM, em mm). Na segunda coleta de dados, além das variáveis citadas, foram selecionados seis indivíduos mais desenvolvidos de cada tratamento para serem analisadas também, a fitomassa seca da parte aérea (MSPA, em g), do sistema radicular (MSR, em g); a fitomassa seca total (MST), obtida pela soma do MSPA e MSR; a relação da altura da parte aérea com a fitomassa seca da parte aérea (RAPA), obtida da relação entre altura da parte aérea e massa seca da parte aérea (MSPA); a relação da altura da parte aérea com o diâmetro do coleto (RAD), obtida da relação entre ALT e DIAM e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Tanto as relações trabalhadas (RAPA e RAD) quanto o IQD são índices que podem prever o potencial de sobrevivência dessa muda em campo.

A altura da parte aérea foi avaliada com o auxílio de uma régua, graduada em centímetros, realizada no nível do substrato até a gema apical mais alta da plântula e o diâmetro do coleto foi medido com paquímetro analógico, graduado em milímetros, mensurado também, ao nível do substrato. O comprimento da raiz (CR) foi avaliado, utilizando uma régua, enquanto que o diâmetro da raiz (DR) foi avaliado usando o paquímetro, medido no local de maior diâmetro da raiz principal.

Para a determinação da fitomassa seca dos componentes da plântula houve uma separação destes com o auxílio de uma tesoura de poda. No caso do sistema radicular, este foi lavado em água, com cuidado para não desagregar a raiz e não perder material de pesagem. As plantas selecionadas foram colocadas separadamente por papel pardo de 20 x 15 cm, e secos em estufa de ventilação forçada, a uma temperatura de 70°C por 72 horas. Em seguida, as mudas foram pesadas em uma balança eletrônica com precisão 0,01g, obtendo-se assim, a massa seca da parte aérea e do sistema radicular de cada muda.

Outro critério de avaliação foi o incremento, que foi calculado como a diferença entre as medidas das variáveis (altura da parte aérea, diâmetro de coleto e número de folhas) de uma dada medição em relação à sua anterior, ou seja, a diferença entre as medições aos 120 dias em relação aos 60 dias. O incremento serviu para comparar a variação dos parâmetros trabalhados entre os períodos.

Figura 2 – Plantas selecionadas para pesagem. A: T0%; B: T10%; C: T20%; D: T30%; E: T40%; F: T50%; G: Separadas por papel pardo; H: Material na estufa.



8.5. Análise dos resultados.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de Variância (teste F) e os tratamentos comparados através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade pelo software estatístico SISVAR – UFLA.

Utilizando o software Microsoft Excel, avaliou-se, por regressão linear simples, o comportamento do IQD como variável dependente em função de combinações diferentes de variáveis independentes, como NF, ALT, DIAM, MST, visando-se, dessa forma, testar se as variáveis envolvidas no índice possuem um bom valor de correlação, e em seguida, selecionar a equação mais bem ajustada para estimar o IQD, de acordo com critérios como, o modelo que apresentar maior valor do coeficiente de determinação (R^2), o menor erro padrão médio (S_{yx}) e através da análise dos gráficos de resíduos (Erro % x IQD estimado).

O R^2 para o caso de regressão linear simples, fornece uma informação auxiliar ao resultado da análise de variância da regressão, como uma maneira de se verificar se o modelo proposto é adequado ou não para descrever o fenômeno. O valor de R^2 varia no intervalo de 0 a 1, onde, valores próximos a 1 indicam que o modelo proposto é adequado para descrever o fenômeno (PETERNELLI, 2004). Esse coeficiente é obtido pela seguinte expressão:

$$R^2 = \frac{\sum(Yi\ est - Y)}{\sum(Yi\ obs - Y)}$$

Onde:

$Yi\ est$ = Estimativa da variável dependente;

$Yi\ obs$ = Variável dependente observada;

Y = Média da variável dependente.

O erro padrão médio da equação (S_{yx}), mede a dispersão entre os valores observados e estimados pela regressão. No caso deste trabalho, foi analisado em porcentagem, pois, segundo Schneider (1997), é uma alternativa para comparação de equações com variáveis dependentes de diferentes unidades. A seguir, fórmula do $S_{yx}\%$:

$$S_{yx}\% = \frac{S_{yx}}{y} \times 100$$

Onde:

y = Média aritmética da variável dependente calculada.

O coeficiente de variação ($CV\%$) outro critério adotado, é dado pela seguinte fórmula, onde m é igual a média estimada.

$$CV\% = \frac{100 \times S_{yx}}{m}$$

Onde:

s = desvio padrão;

m = média estimada.

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1. Estabelecimento e desenvolvimento das mudas

A Análise de Variância (tabela 1) mostrou a ocorrência de significância nas duas avaliações realizadas (60 e 120 dias). As variáveis altura e diâmetro apresentaram diferença estatística entre os tratamentos em todo o experimento, enquanto a variável número de folíolos apresentou apenas na primeira avaliação.

Tabela 1 – Resumo da Análise de Variância do desenvolvimento e estabelecimento de mudas de *Handroanthus impetiginosus* em viveiro.

Fontes de variação	G.L	Valores de QM - 60 dias			Valores de QM - 120 dias		
		N.F.	ALT (cm)	DIAM (mm)	N.F.	ALT (cm)	DIAM (mm)
Tratamento	5	73,3*	33,2*	1,81 *	13,85ns	94,29*	2,87*
erro	150	6,47	2,59	0,10	18,00	3,80	0,13
C.V. (%)	-	30,75	26,78	12,82	25,59	15,68	12,34
Média	-	8,27	6,01	2,43	16,58	12,43	2,89

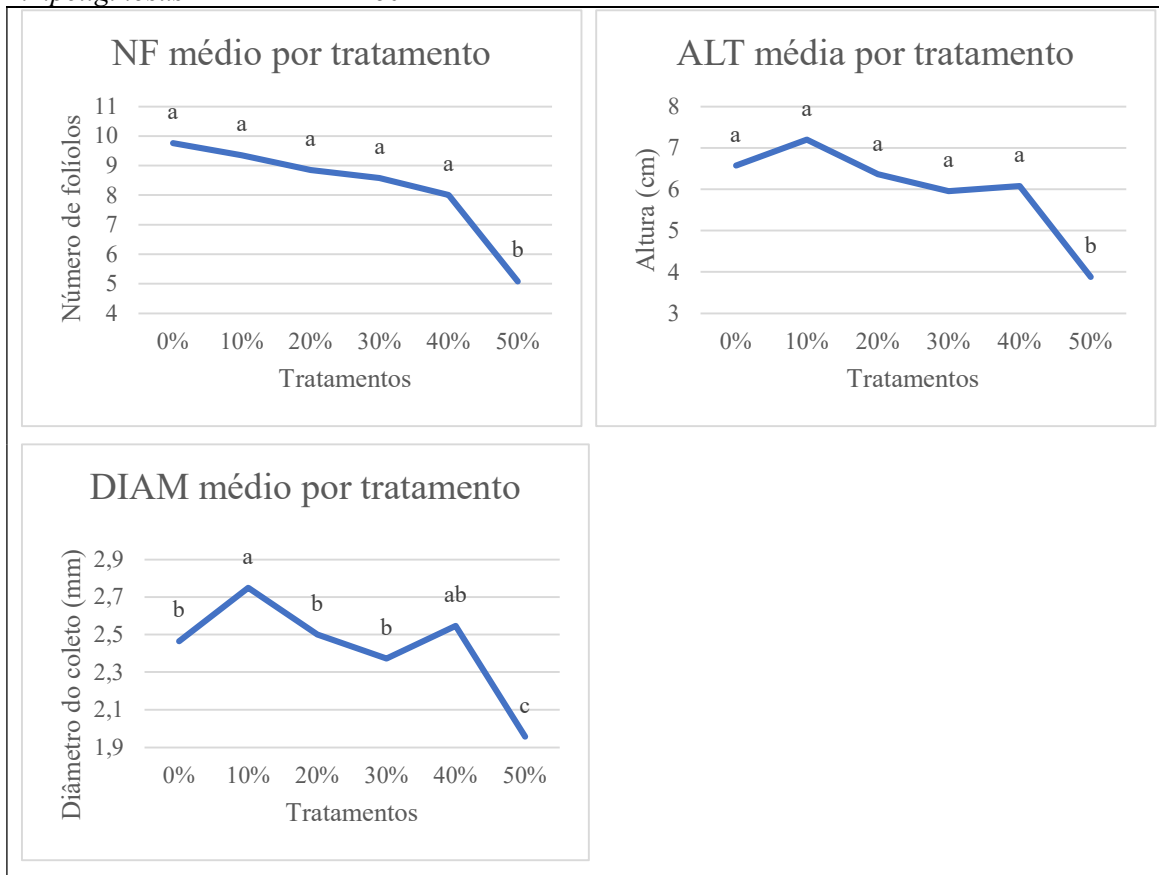
(*) Significativo pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo. N. F.: número de folíolos; ALT: altura; DIAM: diâmetro de coleto.

Aos 60 dias de instalação do experimento, as mudas apresentaram uma maior variação nas repetições dentro dos tratamentos, com valores mais altos de coeficiente de variação, quando comparado aos 120 dias. Aos 120 dias, foram observados os menores valores para o coeficiente de variação, 25,59% para NF, 15,68% para ALT e 12,34% para DIAM, demonstrando a ocorrência de um maior controle experimental sobre as variáveis analisadas.

Durante o período entre a primeira e segunda avaliação (60 dias), observou-se um incremento nas três variáveis estudadas. O NF teve um aumento de 100,5%, a ALT, um aumento de 106,8% e o DIAM, aumento de 18,9%, nas médias observadas. O que evidencia que a incorporação de serragem ao substrato de produção de mudas não promoveu uma estagnação no crescimento das mudas ao longo do tempo.

A figura 3 apresenta os valores médios obtidos na primeira avaliação (60 dias), quando se utilizou o teste de Tukey a 5%.

Figura 3 – Valores médios do desenvolvimento e estabelecimento de mudas de *Handroanthus impetiginosus* em viveiro aos 60 dias



Onde: Letras minúsculas comparam médias das variáveis. Valores com a mesma letra em cada gráfico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. N. F.: número de folíolos; ALT: altura; DIAM: diâmetro de coleto.

Para as três variáveis analisadas, a incorporação de serragem ao substrato nesta fase inicial de estabelecimento da muda, foi observado uma diminuição nos valores médios com o aumento da proporção de incorporação de serragem ao substrato, evidenciando que este tipo de resíduo altera de forma significativa a qualidade do substrato, dependendo da porcentagem de incorporação do mesmo.

Os resultados obtidos aos 60 dias, mostraram que no NF, o tratamento que obteve diferença significativa foi com maior porcentagem de serragem incorporada (T50%), apresentando sua média, menor que os demais, com um NF médio de 5 folíolos, enquanto os outros tratamentos obtiveram um valor médio de 8 a 10 folíolos, uma diferença

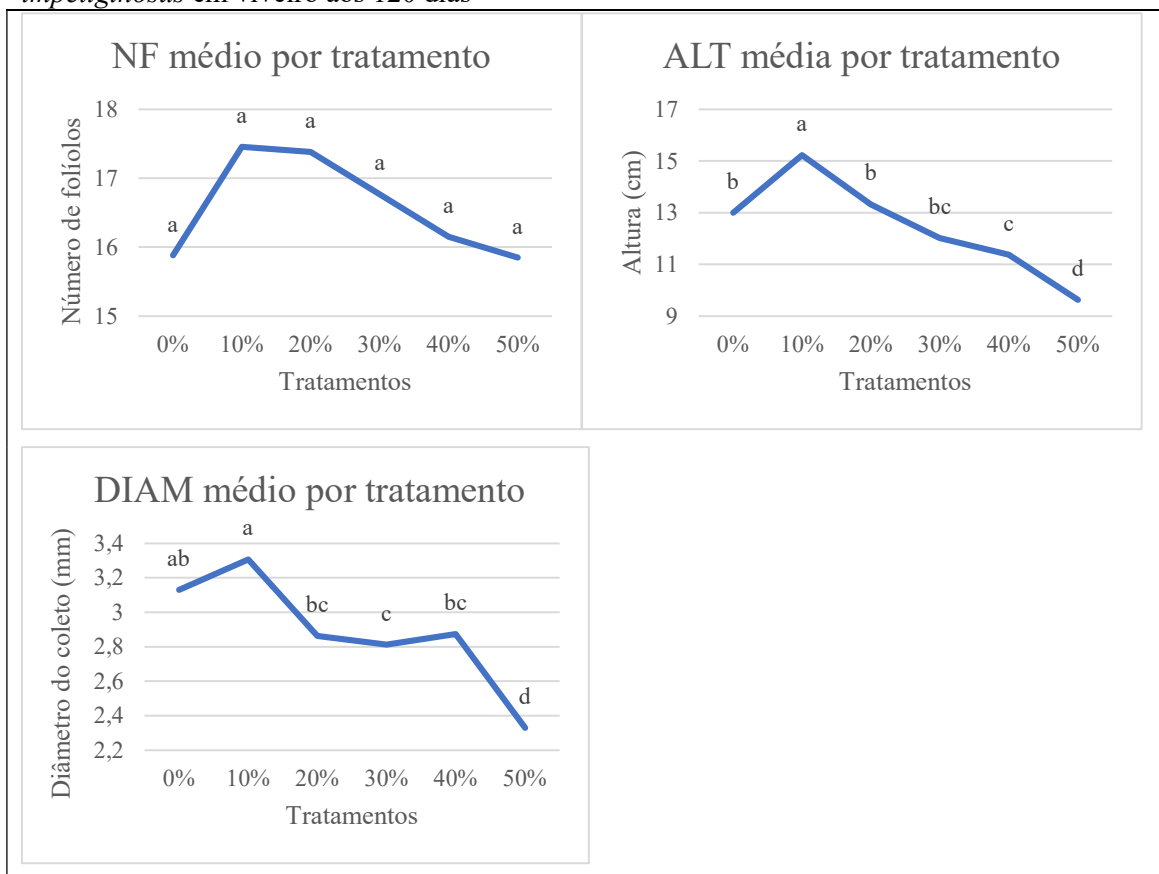
aproximada de 50% do tratamento com maior incorporação em relação ao tratamento sem incorporação de serragem.

A variável ALT teve comportamento semelhante a NF, o tratamento com maior porcentagem de serragem incorporada apresentando diferenças estatística, com menor valor médio para ALT (3,88 cm), enquanto os demais, não apresentaram diferenças significativas entre si, e variaram de 5,95 a 7,2 cm de altura média, uma diferença de 46%, entre o tratamento de maior incorporação com o sem incorporação.

Já para a variável DIAM, o tratamento 50% (letra c) apresentou o menor valor médio (1,958 mm), seguindo pelos tratamentos 30%; 0% e 20%, os três sem diferenças significativas entre eles (letra b), e variando de 2,373 a 2,5. O tratamento 40% (letra ab), com valor médio de 2,546 mm; seguido pelo tratamento 10% (letra a), contendo o maior valor médio para DIAM (2,75 mm). A diferença entre os valores médios encontrados foi de 0,79 cm, aproximadamente este valor representa 28%.

Os resultados da segunda avaliação, com os respectivos valores médios aos 120 dias, são apresentados na figura 4.

Figura 4 - Valores médios do desenvolvimento e estabelecimento de mudas de *Handroanthus impetiginosus* em viveiro aos 120 dias



Onde: Letras minúsculas comparam médias das variáveis. Valores com a mesma letra em cada gráfico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. N. F.: número de folíolos; ALT: altura; DIAM: diâmetro de coleto.

Para a variável NF, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, que apresentaram valores médios variando de 15,85 (T50%) a 17,43 (T10%), indicando uma diferença de 9% nesta variável aos 120 dias. Estes resultados evidenciam que para esta variável, a incorporação de serragem ao substrato teve maior influência quando na fase inicial de crescimento das mudas.

Já para a variável ALT, houve diferença significativa entre quase todos os tratamentos, onde o T50% (letra d) foi o que apresentou menor valor médio (9,63 cm); seguido pelo T40% (letra c), com valor de 11,37 cm; na sequência, o tratamento T 30% (letra bc), com 12,02 cm; seguido pelos tratamentos T0% e T20% ambos caracterizados pela letra b, e apresentando valores médios de 13,00 e 13,32 cm; o tratamento que apresentou o maior valor médio para altura (15,23 cm), foi o T10% (letra a). Na fase final do experimento, as mudas apresentaram uma diferença de 5,6 cm de altura, entre o tratamento com maior porcentagem de incorporação e o tratamento com 10%, uma diferença de aproximadamente 36% na altura média das mudas entre os tratamentos.

Na variável altura, maior diferença nos valores médios entre os tratamentos foram observados na fase final do experimento, com diferença de 5,6 cm aos 120 dias, e 3,32 cm aos 60 dias. Mostrando que maiores porcentagens de incorporação do substrato influenciaram as características dos mesmos, no que se refere a sua capacidade de aeração, drenagem e retenção de água, fatores estes importantes que compõem um substrato ideal para a produção de mudas.

A variável DIAM, também apresentou diferenças significativas em cinco dos seis tratamentos do estudo, onde o tratamento com o menor valor médio de DIAM foi o T50% (letra d), com 2,331 mm; seguido pelo T30% (2,81 mm); seguido pelos tratamentos T20% e T40%, (letra bc), e apresentando valores médios para DIAM de 2,862 e 2,873, respectivamente; seguidos pelo T0% (letra ab), com valor médio de 3,131 mm; seguido pelo T10% (letra a), cujo tratamento, foi o que apresentou maior valor médio para diâmetro (3,307 mm), valor este, com diferenças significativas sobre os demais. Aos 120 dias a diferença encontrada nos valores médios entre os tratamentos foi de 0,976mm, correspondendo a 29% em relação ao maior diâmetro. Para esta variável, não foi

encontrada uma diferença tão expressiva nos valores médios dos diâmetros entre os tratamentos nos dois períodos de avaliação, sendo 28 e 29% respectivamente.

Tendo em vista os resultados da segunda análise de dados, o tratamento que apresentou os maiores valores médios para as variáveis NF, ALT e DIAM, ou seja, aquele que apresentou a porcentagem de serragem que proporciona o melhor desenvolvimento das mudas, para foi o T10%, sendo que para ALT e DIAM, a diferença desse tratamento para os demais foi significativa, enquanto que para a variável NF, apesar de ter sido o tratamento com o maior valor médio, não houve diferença significativa com relação aos outros tratamentos.

O tratamento controle (T0%) foi o que apresentou o segundo maior valor para diâmetro, com diferenças significativas entre os demais. Para a variável ALT, os tratamentos T0% e T20% obtiveram os segundos maiores valores, e para a variável NF, assim, não houve diferenças significativas. O tratamento que foi considerado como a segunda melhor porcentagem de serragem para o desenvolvimento das mudas com relação as variáveis NF, ALT e DIAM, foi o tratamento controle (T0%), enquanto que o tratamento T20% foi considerado o terceiro melhor tratamento.

Já o tratamento que apresentou os menores valores médios, ou seja, a porcentagem de serragem incorporada ao substrato que foi mais prejudicial ao desenvolvimento das mudas, foi o T 50%, apresentando o menor valor com diferenças significativas para ALT e DIAM, e apesar de não houver uma diferença significativa entre os tratamentos para a variável NF, também foi o que apresentou menor valor médio.

Na avaliação dos 120 dias foram analisadas também as variáveis comprimento da raiz, diâmetro da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes (tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da Análise de Variância do sistema radicular e massa seca de mudas de *Handroanthus impetiginosus* em viveiro.

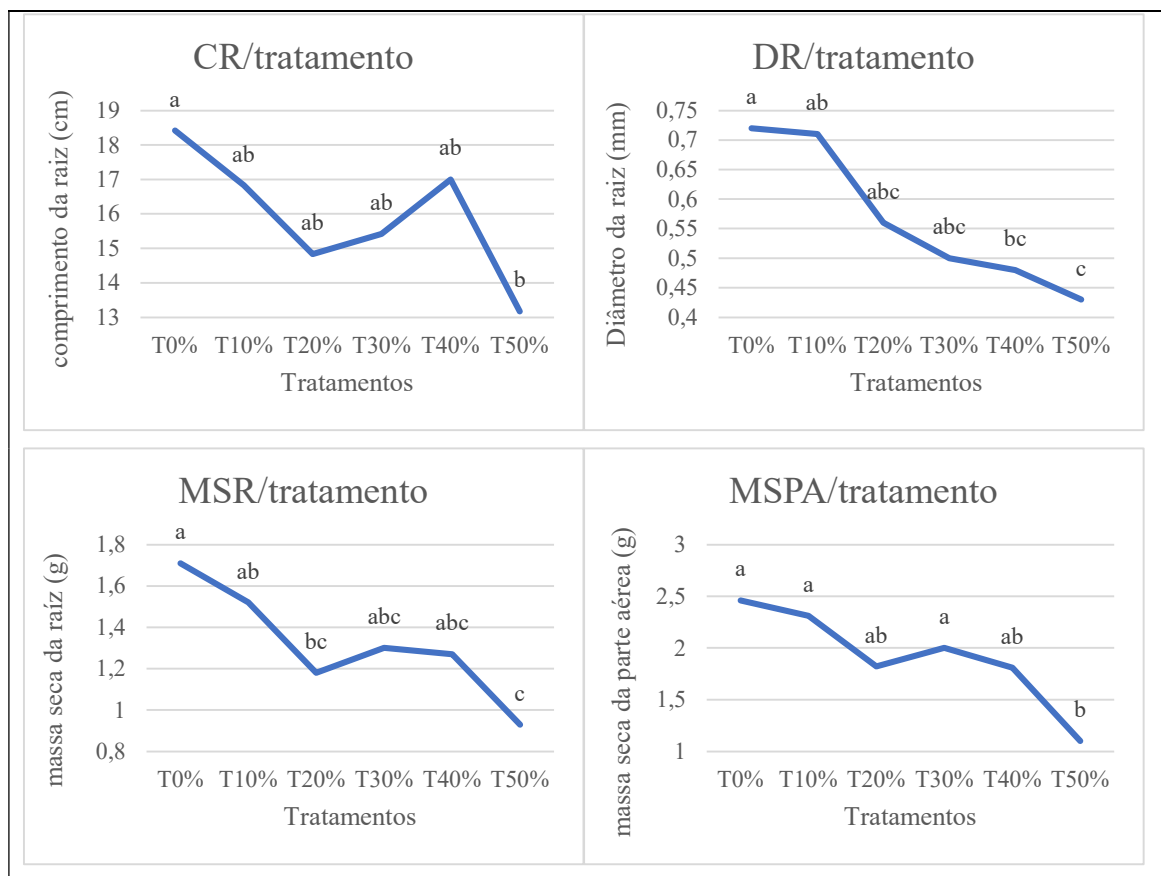
F.V.	G.L.	Valores de Quadrados Médios - 120 dias			
		Comp. Raiz (cm)	Diâm. Raiz (mm)	MSPA (g)	MSR (g)
Tratamentos	5	20,69*	0,09*	1,37*	2,24*
erro	150	8,91	0,02	0,20	2,53
C.V. (%)	-	18,73	23,19	23,21	22,04
Média	-	15,94	0,57	1,92	1,32

(*) Significativo pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

O coeficiente de variação para as quatro variáveis variou de 18,73% (comprimento de raízes) até 23,21 % (MSPA). A tabela mostrou também a diferença significativa para as quatro variáveis analisadas.

Na figura 5, são apresentados os valores médios de cada tratamento pela avaliação do teste de Tukey a 5 %.

Figura 5 - Valores médios do sistema radicular e massa seca de mudas de *Handroanthus impetiginosus* em viveiro aos 120 dias. comprimento da raiz (CR), diâmetro da raiz (DR); MSR e MSPA.



Onde: Letras minúsculas comparam médias das variáveis. Valores com a mesma letra em cada gráfico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios de comprimento da raiz, variaram de 13,17 a 18,42 cm, onde o tratamento com maior valor médio foi o T0% e o com menor valor médio foi o T50%, com uma diferença de 5,25 cm, aproximadamente 28%.

A variável diâmetro da raiz, teve seu valor médio variando de 0,43 a 0,72 mm, uma diferença entre os valores médios dos tratamentos de 0,29 mm, 40% aproximadamente.

Já os valores médios da massa seca da parte aérea variaram de 1,1 a 2,46 gramas entre os tratamentos, uma diferença de 1,36 g (55%) e para a variável massa seca da raiz, os valores médios variaram de 0,93 a 1,71 gramas, uma diferença de 0,78 g (45%).

O tratamento controle T0%, foi o que apresentou os maiores valores médios em CR, DR e MSR, as três variáveis envolvendo o sistema radicular, permitindo inferir que à medida que se aumenta a porcentagem de incorporação, há uma alteração na característica do substrato, comprometendo significativamente o desenvolvimento do sistema radicular da muda.

O Tratamento T50% foi o que apresentou os menores valores médios para as quatro variáveis, CR, DR, MSPA e MSR, comprometendo o desenvolvimento do sistema radicular das mudas.

Estudos dos sistemas radiculares, em suas estruturas e funções, são de grande relevância para a compreensão do comportamento das plantas cultivadas. No entanto, medir comprimento, volume, área e diâmetro das raízes requer muito trabalho e tempo. Além disso, os métodos utilizados estão sujeitos a erros que podem limitar a precisão dos resultados obtidos (JESUS et al., 2006).

9.2. Incremento

O incremento foi obtido através do cálculo da diferença entre as medições da segunda avaliação (120 dias) e da primeira avaliação (60 dias), ou seja, foi avaliado o desenvolvimento médio das mudas para as três variáveis, NF, ALT e DIAM, durante um período de 60 dias

A ANOVA (tabela 3) mostrou a ocorrência de significância para as variáveis analisadas, indicando que além de ter obtido incremento positivo entre as duas avaliações realizadas (60 e 120 dias), houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 3 – Resumo da Análise de Variância do incremento entre as avaliações dos 60 e 120 dias.

F.V.	G.L.	Valores de Quadrados Médios - INCREMENTO		
		N.F.	ALT (cm)	DIAM (mm)
Tratamentos	5	57,16*	24,64*	0,45*
erro	150	12,96	2,45	0,08
C.V. (%)	-	43,30	24,37	63,27
Média	-	8,31	6,42	0,44

(*) Significativo pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

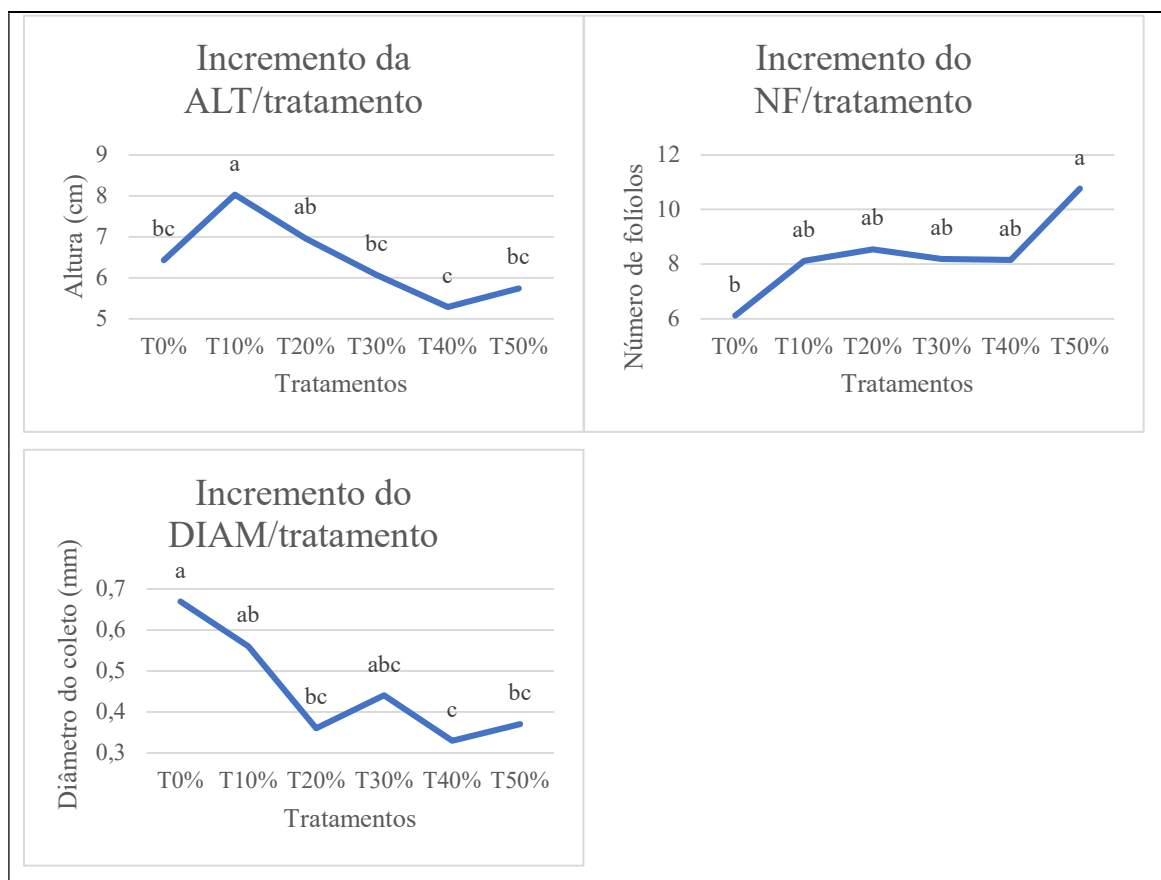
A variável NF teve um incremento médio de 8 folíolos, enquanto a variável Altura, apresentou um incremento médio de 6,42 cm. Já a variável diâmetro do coleto teve um incremento médio de 0,44 mm.

Na figura 6 são apresentadas as diferenças estatísticas no incremento. Na variável NF, dois tratamentos se diferenciaram estatisticamente dos demais, o T50%, que teve um maior crescimento no número de folíolos, em comparação a primeira avaliação (60 dias) e o T0%, que teve o menor aumento no número de folíolos.

O tratamento que obteve o maior incremento médio em altura foi o T10%, tendo aumentado sua altura em 8,03 cm em média, quando comparadas a segunda e primeira avaliação. O tratamento que menos aumentou em altura ao longo dos 60 dias foi o T40%, tendo crescido em média, apenas 5,29 cm.

Já para a variável DIAM, o T0% foi o que apresentou um crescimento em diâmetro mais acelerado, tendo aumentado em média 0,67 mm, enquanto o T40% juntamente com o T20%, foram os tratamentos que menos cresceram em diâmetro de coleto, ao comparar a segunda com a primeira avaliação.

Figura 6 – Valores médios de incremento do crescimento e desenvolvimento das mudas de *Handroanthus impetiginosus* em viveiro.



Onde: Letras minúsculas comparam médias das variáveis. Valores com a mesma letra em cada gráfico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

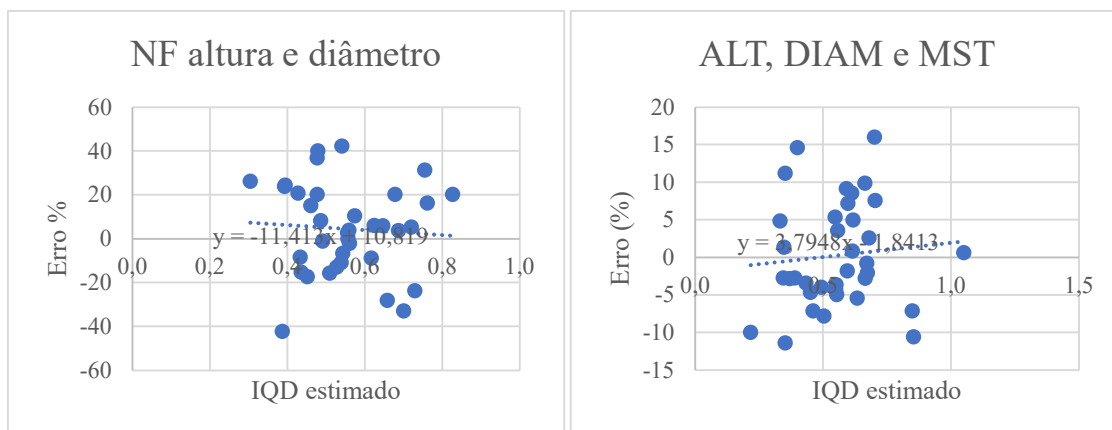
9.3. Regressão

Os resultados obtidos através da regressão dos modelos lineares (tabela 4 e figura 7) demonstram que as variáveis utilizadas para o cálculo do Índice de qualidade de Dickson (ALT, DIAM e MST) possuem alta correlação, indicando que se trata de um bom índice para qualificar as mudas.

Tabela 4 – Resultado da regressão dos modelos para índice de Qualidade de Dickson.

Modelo	Modelo ajustado	Syx	Syx (%)	R ²
NF, ALT e DIAM	$IQD\ est = -0,292 + 0,001 * NF - 0,003 * ALT + 0,269 * DIAM$	0,13	23,24	0,501
ALT, DIAM e MST	$IQD\ est = 0,065 - 0,037 * ALT + 0,136 * DIAM + 0,176 * MST$	0,04	7,37	0,950

Figura 7 – Gráficos de resíduos para os dois modelos ajustados.



Como pode ser observado através da análise dos gráficos, o modelo contendo as variáveis altura, diâmetro do coleto e massa seca total foi o mais preciso entre os dois modelos. Analisando também as medidas de precisão, o modelo com as variáveis ALT, DIAM e MST também foi o melhor, apresentando o menor erro padrão da média (Syx%) de 7,37% e maior R² (0,950).

De acordo com o valor de R-Quadrado, as três variáveis do melhor modelo selecionado explicam 95% da variabilidade na variável resposta explicada pelas variáveis predictoras.

9.4. índice de qualidade de mudas e relações

A análise de variância para a relação da altura da parte aérea/ massa seca da parte aérea (RAPA); para a relação da altura da parte aérea/ diâmetro de coleto (RAD) e para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) estão apresentadas na tabela 5. A ANOVA mostrou a ocorrência de significância para as três variáveis analisadas.

Tabela 5 – Resumo da Análise de Variância dos índices de qualidade de mudas.

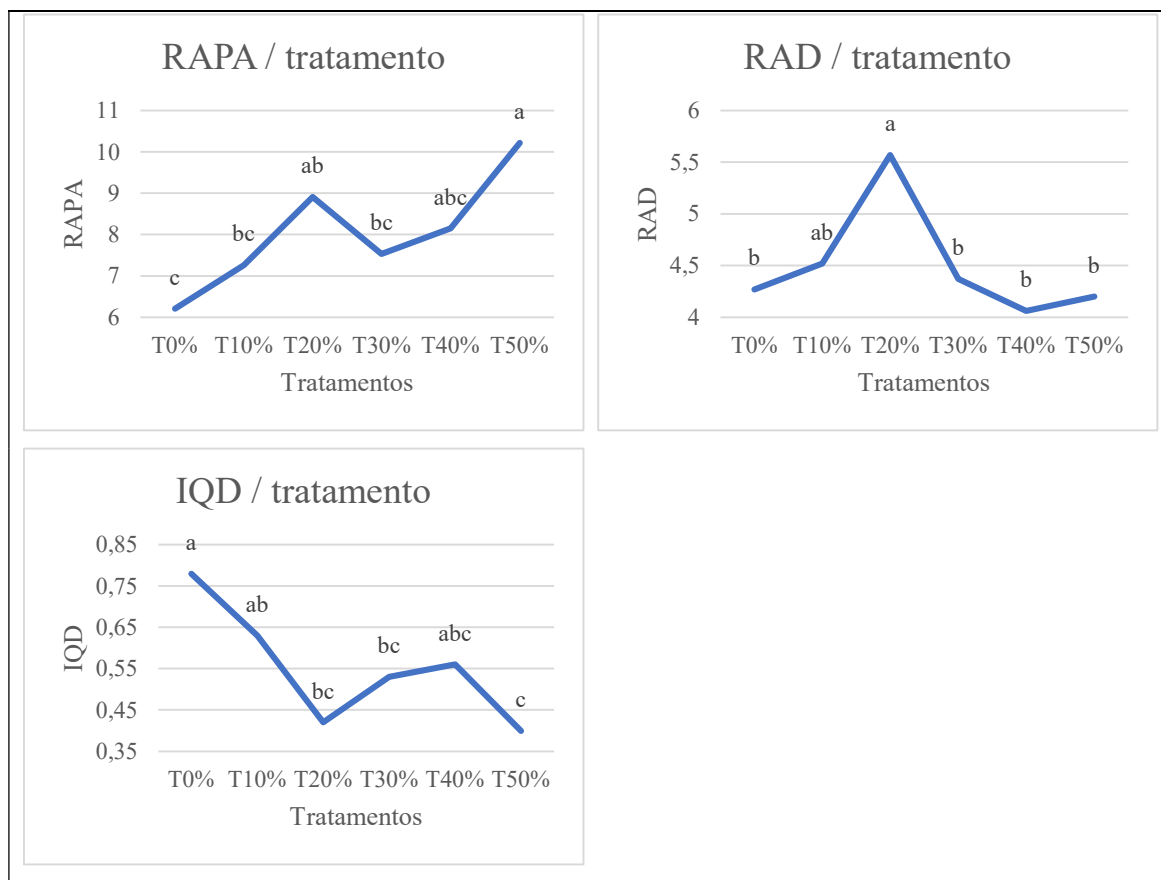
Fontes de variação	G.L.	120 dias		
		RAPA	RAD	IQD
Tratamentos	5	11,67*	1,81*	0,12*
erro	150	2,19	0,45	0,02
C.V. (%)	-	18,40	14,84	22,53
Média	-	8,04	4,50	0,55

(*) Significativo pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

O coeficiente de variação para as relações e para o IQD variou de 14,84 a 22,53 %. O valor médio para RAPA foi de 8,04, para a RAD foi de 4,5 e para o IQD foi de 0,55.

Abaixo, na figura 8, seguem os gráficos, contendo os valores médios com as diferenças estatísticas entre os tratamentos para a relação da altura da parte aérea/ massa seca da parte aérea (RAPA); para a relação da altura da parte aérea/ diâmetro de coleto (RAD) e para o Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

Figura 8 – Gráficos contendo os valores médios de RAPA, RAD e IQD por tratamento.



Onde: Letras minúsculas comparam médias das variáveis. Valores com a mesma letra em cada gráfico, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a RAPA o tratamento T50% obteve o maior valor médio (10,22), enquanto que o tratamento T0% seguido pelo tratamento T10%, demonstraram os menores valores médios, 6,21 e 7,26, respectivamente, o que nos mostra que o tratamento controle se desenvolveu melhor, devido ao fato que quanto menor for a relação entre a altura e a massa seca da parte aérea, mais lignificada está a muda e conseqüentemente, maior a sua capacidade de sobrevivência no campo (GOMES et al., 2002).

A relação altura/diâmetro (RAD) pode ser definida também como coeficiente de robustez, sendo que a qualidade é relacionada aos menores valores, pois quanto maior o valor de RAD maior a falta de proporcionalidade altura e diâmetro das mudas (Haase, 2008). Segundo Carneiro (1995), a altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto constitui um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas após o plantio definitivo no campo.

A RAD obteve valores médios variando de 4,063 a 5,57. os tratamentos T0% (4,27); T30% (4,37), T40% (4,063) e T50% (4,2) obtiveram valores estatisticamente iguais, sendo os menores valores encontrados para a relação. Já os tratamentos T10% e T20% obtiveram valores maiores (4,52 e 5,57), o que indica maior falta de proporcionalidade, logo menor capacidade de sobrevivência das mudas em campo.

O Índice de Qualidade de Dickson encontrado para as mudas de ipê roxo do presente trabalho, variou de 0,4 (T50%) a 0,78 (T0%). O tratamento T50% foi o que apresentou o menor valor, sendo assim considerado através do IQD como o pior desenvolvimento das mudas entre os tratamentos analisados, seguido pelos dois tratamentos com valores médios iguais estatisticamente, o T20% (0,420) e o T30% (0,53). O tratamento controle (T0%), foi o que obteve maior IQD (0,78), sendo assim o melhor entre todos, seguido pelo tratamento T10% (0,63), que obteve o segundo melhor valor médio.

Os valores de IQD para o presente estudo tiveram resultados semelhantes aos observados por Massad et al. (2015), onde, o IQD encontrado para as mudas de ipê-mirim foi de 0,56, e o valor médio para o flamboyant foi 0,5.

Com o objetivo de obter mudas de qualidade, utilizando substratos alternativos, Brime et al. (2002), avaliando o uso de diferentes proporções de casca de pinus, serragem e substrato comercial, concluíram que a mistura contendo serragem não decomposta foi o pior substrato, enquanto que a mistura contendo serragem decomposta foi o melhor substrato para a formação das mudas estudadas, indicando que para melhorar a eficiência do uso da serragem incorporada ao substrato, aconselha-se realizar a compostagem desse material antes de utiliza-lo como substrato.

Outra possível alternativa para aumentar a eficiência da serragem, bem como possibilitar o seu uso na produção de mudas de espécies vegetais, seria a mistura com outros materiais, como, por exemplo, a areia. De acordo com Zorzeto et al. (2014) a mistura de diferentes substratos resulta em propriedades físicas diferentes dos materiais

que lhes deram origem e pode ser uma boa opção na diminuição dos custos com substratos. (Mart.) H.E. Moore, Sodré, Corá e Souza Júnior (2007) observaram que o uso de serragem e areia nas proporções de 4:1 e 2:1 possibilitou maior crescimento das plantas de cacauzeiros, sendo, portanto, recomendados para a produção de mudas.

10. CONCLUSÕES

- A incorporação de serragem em maiores proporções no substrato (50%) foi prejudicial ao desenvolvimento e estabelecimento das mudas;
- Para as variáveis de parte aérea a incorporação de serragem ao substrato teve maior influência na fase inicial do experimento;
- As maiores incorporações promoveram diferenças também na avaliação morfológica do sistema radicular;
- A massa seca tanto da parte aérea, quanto de raiz foram comprometidas numa proporção superior a 40%.
- O resíduo de serragem pode ser utilizado ou introduzido ao substrato, desde que numa proporção próxima a 10%.
- O tratamento com incorporação de 0% de serragem produziu mudas com melhores padrões de qualidade.
- Como forma de melhorar a eficiência da serragem, sugere-se realizar a compostagem da mesma ou misturar com outros materiais, antes de incorporá-la ao substrato.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILLA, V. S. de. et al. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 273-277. 2008.

BITTENCOURT, E.; ALARCON, O.; FARIAS, M. Chapas aglomeradas a partir de resíduos de madeira reforçadas com fibras vegetais. In: **VIII Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira**, Uberlândia - MG, 2002a.

BRAND, M. A., et al. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 247-259. 2002.

BRIME, P.S.; et al. Influência de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus benthamii*. In: **I Evento de iniciação científica da EMBRAPA florestas**. Colombo – 03 a 05 de dezembro de 2002.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras. Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa - CNPF, 1994. 674p.

CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. Produção de Mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em Diferentes Ambientes, Recipientes e Composição de Substratos - **Cerne**, v.9, n.1, p.109-118, 2003.

CRUZ, C. A. F. e; PAIVA, H. N. de; GURRERO, C. R. A. – Efeitos da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke) – **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.

DACOSTA, L. P. E. **Utilização de resíduos do processamento mecânico da madeira para a fabricação de chapas de partículas aglomeradas**. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

DINIZ, I. S. **Estudo da influência da umidade no consumo específico do cavaco de madeira para geração de vapor saturado em caldeira de biomassa**. Monografia apresentada ao Programa de Especialização em Engenharia de Produção da Gerência de

Pesquisa e Pós-Graduação, do Campus Ponta Grossa, da UTFPR. PONTA GROSSA. 2014.

DURYEA, M. L. Evaluating seedling quality importance to reforestation. In: DURYEA, M. L. **Evaluating seedling quality principles, procedures, and predictive abilities of major tests**. Corvallis: Forest Research Laboratory Oregon State University, 1985. p. 1-6.

DUTRA, R. I. J. P.; NASCIMENTO, S. M.; NUMAZAWA, S. Resíduos de indústria madeireira: caracterização, consequências sobre o meio ambiente e opções de uso. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 5, 2005.

FAGUNDES, H. A. V. **Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul**. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Global Forest Resources Assessment 2020: Main report**. Rome. Disponível em: < <https://www.fao.org/3/ca9825en/ca9825en.pdf> > Acesso em: 02.03.2022.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros Morfológicos na Avaliação da Qualidade de Mudas de *Eucalyptus grandis* - **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

HAASE, D. L.; Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Planters Notes*, v.52, n.2, p.24-30, 2008.

HILLIG, E. et al. Resíduos de madeira da indústria madeireira—caracterização e aproveitamento. **Anais do XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 26, p. 7, 2006.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. IBÁ 2020. Brasília, DF, 2020. **Relatório anual 2020**. Disponível em: < <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf> >. Acesso em: 02.03.2022.

BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro. **Inventário Florestal Nacional**. MMA. 2016. Disponível em:< <https://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/inventario-florestal-nacional-ifn/resultados-ifn/1793-relatorio-inventario-florestal-nacional-df/file> >. Acesso em: 02.03.2022.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. (2009). **Madeira: Uso sustentável na construção civil**. Vários autores, 2. ed., São Paulo.

INFORAGRO. **Cama para codornas**. 2011. Disponível em: < [Cama Para Codornas | Inforagro \(wordpress.com\)](Cama Para Codornas | Inforagro (wordpress.com)) >. Acesso em: 07/01/2022.

JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; SOARES, Â. M. Comparação entre sistemas radiculares de mudas de *Coffea arabica* L. obtidas por estaquia e por sementes. **Coffee Science**, v.1, n. 1, p. 14-20, 2006.

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L., DOUGHERTY, P. M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

KURIHARA, D. L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J. E. Levantamento da arborização do campus da universidade de Brasília. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 127-136, 2005.

LEITE, M. R. M. **Caracterização das costaneiras da madeira de Eucalipto para uso na indústria moveleira**. Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais). Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

LOHMANN, L.G. (2020). *Handroanthus* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB114086>>. Acesso em: 07 mar. 2022.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2002. v. 1, p. 66.
_____. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, São Paulo: Plantarum, 1992. 352p.

MARAGNO, E. S.; TROMBIN, D. F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 355-360, 2007.

Marques, L. E. M. M. (2008). **O papel da madeira na sustentabilidade da construção**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

MASSAD, M. D. et al. Substratos alternativos na produção de mudas de flamboyant e ipê-mirim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 251-256, 2015.

OLIVEIRA V. M. et al. Adequação às normas e qualidade da madeira serrada para fins estruturais comercializada no Distrito Federal. **Revista floresta**, Curitiba v. 38, n. 3, 2008.

PAULA, R, A. **Metodologia para determinação dos custos da qualidade em produção de mudas de eucalipto**. 1997.78f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

PETERNELLI, Luiz Alexandre. “Capítulo 9: Regressão linear e correlação.” Viçosa: UFV (2004). Disponível em:<<http://www.dpi.ufv.br/~peterneili/inf162.www.16032004/materiais/CAPITULO9.pdf>> Acesso em: 08 de Mar.2022.

RECH, C. Estudo sugere uso de serragem como insumo. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 66, 2002.

ROCHA, M. P. da. Técnicas e planejamento em serrarias. FUPEF. **Série didática**. Curitiba, v.2, n.1, 120 p. 200.

RODRIGUES, C. A. G. et al. **Arborização Urbana e Produção de Mudanças de Essências Florestais Nativas em Corumbá, MS** – Documento 42 Embrapa, Corumbá, MS, dezembro, 2002.

SODRÉ, G.A. Resíduos regionais usados como substratos na região sul da Bahia. **Encontro nacional sobre substratos para plantas**, v. 6, 2008.

SABLOWSKI, A. R. M. et al. Avaliação da cadeia produtiva madeiro-moveleiro no Distrito Federal utilizando a análise de fluxo de substância. **Revista brasileira de Ciências Agrárias**, 2007.

SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de nível de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 95-102, junho de 2007.

SCHNEIDER, P.R. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF, 1997. 217p.

Setor moveleiro cresce em volume de vendas em 2020. EmóBILE, 2021. Disponível em: <<https://emobile.com.br/site/industria/setor-moveleiro-cresce-em-volume-de-vendas-em-2020/>>. Acesso em: 07.03.2022.

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 4, p. 1187, mar. 1992. Edição especial.

SODRÉ, G. A.; CORÁ, J. E.; SOUZA JÚNIOR, J. O. Caracterização física de substratos à base de serragem e recipientes para crescimento de mudas de cacauzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 339-344, 2007.

STURION, J.A.; ANTUNES, J.B.M. Produção de mudas de espécies florestais. **Embrapa Florestas**, 2000. p.131, 2000.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF**. Brasília, 2020. Disponível em: < https://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/Boletim_SNIF_ed1_2020_vfinal.pdf >. Acesso em: 02.03.2022.

VALOIS, A. C. C. A biodiversidade e os recursos genéticos. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa-CPATSA. Disponível em: < <http://www.cpatosa.embrapa.br:8080/catalogo/livrorg/biodiversidade.pdf> >. Acesso em 15.12.2022.

VECHIATO, M. H. – Importância da Qualidade Sanitária de Sementes Florestais na Produção de Mudanças – **Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal**, n.136, 2010.

Vieira, M. C. S; Gesualdo, F. A. R. (2016) Efeitos produzidos por entalhes nos terços extremos do vão de vigas estruturais de madeira. **Ciência & Engenharia (Science & Engineering Journal)**, v. 25, n. 1.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 209-220, 2007.

ZORZETO, T. Q. et al. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 300–311, 2014.