

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

ANDRÉ LUCAS REBOLI PAGOTO

**MANEJO HÍDRICO E NUTRICIONAL NA
REVEGETAÇÃO DE ÁREAS DE EMPRÉSTIMO PARA
A EXTRAÇÃO DE ARGILA E AREIA NO BIOMA
MATA ATLÂNTICA**

São Mateus – ES

Agosto de 2020

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**MANEJO HÍDRICO E NUTRICIONAL NA
REVEGETAÇÃO DE ÁREAS DE EMPRÉSTIMO PARA
A EXTRAÇÃO DE ARGILA E AREIA NO BIOMA
MATA ATLÂNTICA**

ANDRÉ LUCAS REBOLI PAGOTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Robson Bonomo

São Mateus – ES

Agosto de 2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

P292m Pagoto, André Lucas Reboli, 1989-
Manejo hídrico e nutricional na revegetação de áreas de empréstimos para a extração de argila e areia no bioma mata atlântica / André Lucas Reboli Pagoto. - 2020.
164 f. : il.

Orientador: Robson Bonomo.

Coorientador: Adriano Alves Fernandes.

Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Degradação ambiental. 2. Fertilidade do solo. 3. Revegetação. 4. Jazidas de petróleo. 5. Areia - Minas e mineração. 6. Argila. I. Bonomo, Robson. II. Fernandes, Adriano Alves. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU:63

**MANEJO HÍDRICO E NUTRICIONAL NA
REVEGETAÇÃO DE ÁREAS DE EMPRÉSTIMO PARA
A EXTRAÇÃO DE ARGILA E AREIA NO BIOMA
MATA ATLÂNTICA**

ANDRÉ LUCAS REBOLI PAGOTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de mestre em Agricultura Tropical.

Aprovado em 28 de agosto de 2020

Prof. Dr Robson Bonomo
Universidade Federal do Espírito
Santo (Orientador)

Prof. Dr. Adriano Alves Fernandes
Universidade Federal do Espírito
Santo

Prof. Dr. Antelmo Ralph Falqueto
Universidade Federal do Espírito
Santo

Eng^a Dr^a. Leila Beatriz Silva Cruz
Petrobras



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
ROBSON BONOMO - SIAPE 1348047
Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas - DCAB/CEUNES
Em 16/11/2020 às 11:09

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/94071?tipoArquivo=O>

"Saber muito não lhe torna inteligente. A inteligência se traduz na forma que você recolhe, julga, maneja e, sobretudo, onde e como aplica esta informação."

(Carl Sagan)

AGRADECIMENTOS

A minha família, que com empenho e esforço me proporcionaram as condições necessárias para que eu percorresse minha trajetória escolar e acadêmica.

Aos meus orientadores e coorientadores, Robson Bonomo, Adriano Alvez Fernandes, Antelmo Ralph Falqueto e Fábio Ribeiro Pires que acreditaram em minha capacidade e me deram todo apoio durante a elaboração dos experimentos. Obrigado pelos ensinamentos passados durante o curso, vocês foram fundamentais e essenciais para essa conquista.

Aos meus amigos, que me ajudaram em todas as etapas dos experimentos. Sou muito grato pela ajuda, paciência e amizade de vocês que foram fundamentais e também responsáveis por todos os resultados obtidos.

Ao grupo de pesquisa, com que pude contar sempre que precisei.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) e ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT), pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

À Petrobras (Petróleo Brasileiro S. A.) que pelo seu Centro de Pesquisa CENPES, incentivou o desenvolvimento da pesquisa e fornecimento da bolsa de estudo.

À Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), pela atribuição de estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias para o setor.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO.....	1
REFERÊNCIAS.....	3
CAPÍTULOS.....	4
1. EFEITO DO MANEJO HIDRICO E NUTRICIONAL NO CRESCIMENTO DE PLANTAS UTILIZADAS NA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS DE EMPRÉSTIMO DE AREIA E ARGILA	5
Resumo.....	5
Abstract.....	7
1.1. Introdução.....	8
1.2. Material e Métodos.....	10
1.2.1. Caracterização das áreas experimentais.....	10
1.2.2. Experimento na área de empréstimo de argila.....	11
1.2.3. Experimento na área de empréstimo de areia.....	12
1.2.4. Dados meteorológicos.....	14
1.2.5. Avaliações realizadas.....	16
1.2.6. Análise estatística.....	16
1.3. Resultados e Discussão.....	17
1.3.1. Área experimental da área de empréstimo de argila (tabuleiro costeiro)	17
1.3.1.1. Índice de sobrevivência.....	17
1.3.1.2. Crescimento das plantas.....	19
1.3.1.2.1. Aroeira (<i>S. terebinthifolius</i>)	19
1.3.1.2.2. Cajá Mirim (<i>S. mombin</i>)	20
1.3.1.2.3. Goiaba do Ipiranga (<i>P. cattleianum</i>)	21
1.3.1.2.4. Ingá Mirim (<i>I. laurina</i>)	22
1.3.1.2.5. Murta de Restinga (<i>M. guianensis</i>)	24
1.3.2. Área experimental da área de empréstimo de extração de areia (restinga).....	26
1.3.2.1. Índice de sobrevivência.....	26
1.3.2.2. Crescimento das plantas.....	31
1.3.2.2.1. Aroeira (<i>S. terebinthifolius</i>)	31
1.3.2.2.2. Cajá Mirim (<i>S. mombin</i>)	35
1.3.2.2.3. Goiaba do Ipiranga (<i>P. cattleianum</i>)	38
1.3.2.2.4. Ingá Mirim (<i>I. laurina</i>)	39
1.3.2.2.5. Murta de Restinga (<i>M. guianensis</i>)	40
1.4. Conclusões	42
Referências	45
Apêndice.....	49
2. MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS UTILIZADAS NA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS REMANESCENTES DE EMPRÉSTIMO DE AREIA E ARGILA ..	64
Resumo.....	64
Abstract.....	66

2.1. Introdução.....	67
2.2. Material e Métodos.....	69
2.2.1. Caracterização das áreas experimentais.....	69
2.2.2. Experimento na área de empréstimo de argila.....	70
2.2.3. Experimento na área de empréstimo de areia.....	72
2.2.4. Dados meteorológicos.....	73
2.2.5. Avaliações realizadas.....	75
2.2.5.1. Fluorescência da clorofila <i>a</i>	75
2.2.5.2. Atributos foliares.....	77
2.2.6. Análise estatística.....	77
2.3. Resultados e Discussão.....	78
2.3.1. Área experimental da área de empréstimo de argila (tabuleiro costeiro)	78
2.3.1.1. Fluorescência transiente da clorofila <i>a</i>	78
2.3.1.1.1. Aroeira (<i>S. terebinthifolius</i>)	78
2.3.1.1.2. Cajá Mirim (<i>S. mombin</i>)	80
2.3.1.1.3. Goiabinha do Ipiranga (<i>P. cattleianum</i>)	88
2.3.1.1.4. Ingá Mirim (<i>I. laurina</i>)	92
2.3.1.1.5. Murta de Restinga (<i>M. guianensis</i>)	93
2.3.1.2. Atributos foliares das plantas.....	93
2.3.1.2.1. Aroeira (<i>S. terebinthifolius</i>)	94
2.3.1.2.2. Cajá Mirim (<i>S. mombin</i>)	94
2.3.1.2.3. Goiaba do Ipiranga (<i>P. cattleianum</i>)	98
2.3.1.2.4. Ingá Mirim (<i>I. laurina</i>)	102
2.3.1.2.5. Murta de Restinga (<i>M. guianensis</i>)	102
2.3.2. Área experimental da área de empréstimo de argila (restinga).....	103
2.3.2.1. Fluorescência transiente da clorofila <i>a</i>	103
2.3.2.1.1. Aroeira (<i>S. terebinthifolius</i>)	103
2.3.2.1.2. Cajá Mirim (<i>S. mombin</i>)	106
2.3.2.1.3. Goiaba do Ipiranga (<i>P. cattleianum</i>)	108
2.3.2.1.4. Ingá Mirim (<i>I. laurina</i>)	112
2.3.2.1.5. Murta de restinga (<i>M. guianensis</i>)	112
2.3.2.2. Atributos foliares das plantas.....	114
2.3.2.2.1. Aroeira (<i>S. terebinthifolius</i>)	114
2.3.2.2.2. Cajá Mirim (<i>S. mombin</i>)	120
2.3.2.2.3. Goiaba do Ipiranga (<i>P. cattleianum</i>)	122
2.3.2.2.4. Ingá Mirim (<i>I. laurina</i>)	122
2.3.2.2.5. Murta de Restinga (<i>M. guianensis</i>)	123
2.4. Conclusões.....	125
Referências.....	127
Apêndice.....	136

RESUMO

PAGOTO, André Lucas Reboli, M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Agosto de 2020; **Manejo hídrico e nutricional na revegetação de áreas degradadas pela extração de argila e areia no Bioma Mata Atlântica**; Orientador: Robson Bonomo, Coorientadores: Adriano Alves Fernandes, Antelmo Ralph Falqueto, Fabio Ribeiro Pires.

Os processos de utilização do meio ambiente e dos recursos naturais são cada vez mais necessários e presentes na sociedade humana. Qualquer processo e/ou intervenção que modifique a condição natural de um determinado ambiente pode gerar degradação ambiental. Uma das estratégias de recuperação de uma área que passou por degradação ambiental é a revegetação. Para o sucesso no estabelecimento de um espécime vegetal este precisa estar em um ambiente com condições hídricas e nutricionais adequadas. Objetivou-se com este trabalho estudar o efeito do manejo hídrico e nutricional na revegetação de áreas degradadas pela extração de argila e areia destinadas as atividades de produção de petróleo e gás natural no bioma mata atlântica, utilizando de metodologias que avaliassem o crescimento, a morfologia e a fisiologia das plantas estudadas. O experimento foi desenvolvido em uma área de empréstimo de extração de areia e em uma área de empréstimo de extração de argila, ambas na região litorânea do município de São Mateus. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdivididas, sendo empregados métodos de manejo hídrico nas parcelas e doses de adubação de cova nas subparcelas. Nas duas áreas foram utilizadas cinco espécies diferentes de plantas nativas: *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Psidium cattleianum*, *Inga laurina* e *Mouriri guianensis*. As plantas utilizadas no experimento passaram por avaliações de crescimento, sobrevivência, atributos foliares e fluorescência da clorofila a. O método de manejo hídrico e a adubação de cova tiveram efeito significativo sobre o desenvolvimento das espécies avaliadas nas duas áreas. A resposta aos tratamentos variou conforme espécie e a área experimental.

Palavras-chave: adubação de cova, preparo do solo, recuperação de áreas degradadas pela mineração, tabuleiro costeiro, restinga, atributos foliares, fluorescência da clorofila a.

ABSTRACT

PAGOTO, André Lucas Reboli, M.Sc.; *Federal University of Espirito Santo; August 2020; **Water and nutritional management in the revegetation of areas degraded by the extraction of clay and sand in the Atlantic Forest Biome**; Advisor: Robson Bonomo, Co-advisors: Adriano Alves Fernandes, Antelmo Ralph Falqueto, Fabio Ribeiro Pires.*

*The processes of using the environment and natural resources are increasingly necessary and present in human society. Any process and / or intervention that changes the natural condition of a given environment can lead to environmental degradation. One of the strategies to recover an area that has undergone environmental degradation is revegetation. For the successful establishment of a plant specimen it must be in an environment with adequate water and nutritional conditions. The objective of this work was to study the effect of water and nutritional management on the revegetation of areas degraded by the extraction of clay and sand for oil and natural gas production activities in the Atlantic Forest biome, using methodologies that evaluate growth, morphology, and the physiology of the studied plants. The experiment was carried out in the sand extraction loan area and in the clay extraction loan area in the coastal region of the municipality of São Mateus. The experimental design adopted was in randomized blocks with three replications in a split plot scheme, using water management methods in the plot and doses of pit fertilization in the subplots. In the two areas, five different species of native plants were used, *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Psidium cattleianum*, *Inga laurina* and *Mouriri guianensis*. The plants used in the experiment were evaluated for growth, survival, leaf attributes and fluorescence of chlorophyll a. The water management method and pit fertilization had a significant effect on the development of the species evaluated in both areas. Response to treatments varied according to the species and the experimental area.*

Keywords: *pit fertilization, soil preparation, recovery of areas degraded by mining, coastal tray, sandbank, leaf attributes, chlorophyll a fluorescence.*

INTRODUÇÃO

A sociedade humana se desenvolveu por meio da interação com o meio ambiente, explorando seus recursos disponíveis de formas cada vez mais elaboradas (ELY, 1990). Com o passar dos anos desenvolveu-se novas tecnologias e formas de se explorar o meio ambiente e com elas veio a consciência da necessidade de se manter as fontes de recursos naturais por mais tempo (DE ALBUQUERQUE, 2007).

A degradação ambiental é qualquer processo e/ou intervenção que modifique a condição natural autossustentável de um determinado ambiente. Esse processo está ligado a alterações biofísicas que afetam o equilíbrio ambiental, modificando a fauna e flora natural, eventualmente causando perdas da biodiversidade (ALHO, 2012). Diversas são as formas de exploração ambiental que geram cenários de degradação ambiental, desde a utilização dos recursos naturais de forma contínua, tal como na agricultura, que utiliza os recursos como o solo, a água e a vegetação, e nas diversas formas de extrativismo que utilizam materiais presentes no meio ambiente para produção de matérias primas e energia, tendo exemplo a exploração petrolífera (MECHI & SANCHES, 2010).

Existem métodos de mitigação e recuperação de ambientes que sofreram algum processo de degradação ambiental, esses dependem do tipo de degradação da intensidade e do local (SA et al., 2009). O mais comum é a revegetação do solo, processo que conceitualmente pode ser entendido como o objetivo do processo de recuperação ambiental, pois depende de várias intervenções em características específicas do local impactado. Para que uma área possa ser revegetada o local precisa estar propício aos espécimes que serão introduzidos no local (ALMEIDA, 2016).

As condições para que uma planta se desenvolva estão relacionadas com as características edafoclimáticas locais. Entre essas características estão as condições hídricas do solo. O comportamento da água no solo, como a infiltração, a retenção e

a drenagem atuam diretamente sobre o desenvolvimento de uma planta (STEFANOSKI et al., 2013).

Para o sucesso no estabelecimento de um espécime vegetal este precisa estar em um ambiente com condições hídricas adequadas (SANTOS & CARLESSO, 1998). Plantas em estágio inicial de desenvolvimento possuem um sistema radicular que explora um volume pequeno de solos e não acessam a água armazenada nas camadas mais profundas com eficiência, por consequência sofrem mais com condições de escassez hídrica. O uso de polímeros hidroretentores é uma alternativa para diminuir os problemas causados pela escassez hídrica pois possuem capacidade de absorção e retenção da água na região do solo explorada pelo sistema radicular (LECIEJEWSKI, 2009).

Além da disponibilidade hídrica, o estado nutricional do solo é de fundamental importância para o sucesso na revegetação. A fertilidade do solo é composta por diversas características. Estas podem determinar a capacidade de um determinado solo sustentar a vida vegetal (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009). Solos de áreas de extração mineral passam por longos períodos de compactação provocada pelo tráfego de máquinas e veículos além da remoção da camada que contém a maior parte da fração orgânica do solo e nutrientes disponíveis, as plantas (SILVA, 2003).

Isto posto, fica evidente a necessidade de se avaliar as tecnologias disponíveis para o manejo das condições hídricas e nutricionais dos solos das áreas que sofreram algum impacto e devem passar por processos de revegetação.

Assim, objetivou-se com este trabalho estudar o efeito do manejo hídrico e nutricional na revegetação de áreas degradadas pela extração de argila e areia no bioma mata atlântica, utilizando de metodologias que avaliassem o crescimento, a morfologia e a fisiologia das plantas estudadas.

REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 151-166, 2012.

ALMEIDA, D. S. D. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Editus, 2016.

DE ALBUQUERQUE, B. P. As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental. 2007.

ELY, A. Economia do meio ambiente. 1990.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 118, p. 189-206, 2003.

LECIEJEWSKI, P. *The effect of hydrogel additives on the water retention curve of sandy soil from forest nursery in Julinek*. **Journal of Water and Land Development**, v. 13, n. 2009, p. 239-247, 2009.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

SA, I. B., & ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido brasileiro. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2009.

SANTOS, R. F., & CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SILVA, J. R. D. Compactação do solo causada pelo tráfego de máquinas na colheita de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. 2003.

STEFANOSKI, D. C., SANTOS, G. G., MARCHÃO, R. L., PETTER, F. A., & PACHECO, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1301-1309, 2013.

VEZZANI, F. M., & MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.

CAPÍTULOS

1. EFEITO DO MANEJO HIDRICO E NUTRICIONAL NO CRESCIMENTO DE PLANTAS UTILIZADAS NA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS DE EMPRÉSTIMO DE AREIA E ARGILA

Resumo

A revegetação das áreas impactadas pela exploração mineral de areia e argila para diversos usos é de suma importância para o equilíbrio ambiental local. A utilização de hidretentores mostra-se uma alternativa para garantir sucesso no estabelecimento e desenvolvimento das plantas utilizadas para este fim. Este trabalho tem como objetivo estudar o efeito do manejo hídrico e do manejo nutricional no crescimento de plantas utilizadas na revegetação de áreas remanescentes do empréstimo de areia e argila. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdivididas, sendo empregados métodos de manejo hídrico na parcela e nas subparcelas. Nestas, os tratamentos foram cinco doses de adubação de covas do fertilizante formulado NPK 04-14-08, as dosagens foram: 0,000 kg, 0,072 kg, 0,144 kg, 0,288 kg e 0,576 kg. Nas duas áreas foram utilizadas cinco espécies diferentes de plantas nativas, *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Psidium cattleianum*,

Inga laurina e *Mouriri guianensis*. Na área experimental de extração de argila o fator adubação de cova influenciou significativamente nas espécies *S. mombin*, *I. laurina* e *M. guianensis*, para as características relacionadas ao crescimento das plantas, apenas a espécie *M. guianensis* na variável altura de planta, teve efeito significativo manejo hídrico no plantio, a espécie *I. laurina* no variável número de folhas, apresentou interação entre os dois fatores estudados. Na área experimental de extração de areia o índice de sobrevivência teve influência estatística do fator manejo hídrico nas espécies *P. cattleianum* e *I. laurina*, o fator dose de adubação teve influência estatística sobre o índice de sobrevivência das espécies *I. laurina* e *M. guianensis*, houve interação entre os fatores manejo hídrico e adubação de cova para a variável índice de sobrevivência nas espécies *S. terebinthifolius*, e *S. mombin*, para as características relacionadas ao crescimento das plantas, altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas, as espécies *P. cattleianum*, *I. laurina* e *M. guianensis* apresentaram efeito significativo do manejo hídrico no plantio, a espécie *I. laurina*. *P. cattleianum* e *M. guianensis* também tiveram efeito significativo dos níveis de adubação no plantio. *S. terebinthifolius* e *S. mombin* apresentaram interação entre os dois fatores estudados.

Abstract

*The revegetation of areas impacted by mineral exploration of sand and clay for various uses is of paramount importance to the local environmental balance. The use of water retainers is an alternative to guarantee success in the establishment and development of the plants used for this purpose. This work aims to study the effect of water management and nutritional management on the growth of plants used in the revegetation of remaining areas of the sand and clay loan. The experimental design adopted was in randomized blocks with three replications in a split plot scheme, using water management methods in the plot and in the subplots the treatments were five doses of fertilizer pits of the formulated fertilizer NPK 04-14-08, the dosages were : 0.000 kg, 0.072 kg, 0.144 kg, 0.288 kg and 0.576 kg. In the two areas, five different species of native plants were used, *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Psidium cattleianum*, *Inga laurina* and *Mouriri guianensis*. In the experimental area of Extraction of clay, the fertilization factor of the pit significantly influenced the species *S. mombin*, *I. laurina* and *M. guianensis*, for the characteristics related to the growth of the plants, only the species *M. guianensis* in the variable plant height, had significant effect on water management at planting, the species *I. laurina* in the variable number of leaves, showed interaction between the two factors studied. In the experimental sand extraction area, the survival rate had a statistical influence of the water management factor in the species *P. cattleianum* and *I. laurina*, the fertilizer dose factor had a statistical influence on the survival rate of the species *I. laurina* and *M. guianensis* , there was an interaction between the factors of water management and pit fertilization for the variable survival index in the species *S. terebinthifolius*, and *S. mombin*, for the characteristics related to plant growth, plant height, stem diameter and number of leaves, the species *P. cattleianum*, *I. laurina* and *M. guianensis* showed a significant effect of water management at planting, the species *I. laurina*. *P. cattleianum* and *M. guianensis* also had a significant effect on fertilization levels at planting. *S. terebinthifolius* and *S. mombin* showed interaction between the two factors studied.*

1.1. Introdução

A preservação do meio ambiente é cada vez mais presente no cotidiano da sociedade humana. O Brasil destaca-se mundialmente pela biodiversidade e dimensão de suas reservas nativas. Grande parte da degradação do meio ambiente brasileiro ocorreu devido à exploração dos recursos naturais, sendo os combustíveis fósseis os mais importantes e mais explorados pela sociedade humana, com destaque para o petróleo.

No ano de 2017, a Petrobras celebrou 60 anos de atividades no Espírito Santo e importantes capítulos de sua história foram escritos no estado. O primeiro poço marítimo da empresa no Brasil foi perfurado em 1968, no município de São Mateus. Em 2008, o estado foi destaque com o início da produção na camada pré-sal que aconteceu no campo de Jubarte. Na região, as operações da companhia são bastante diversificadas, com a produção de vários tipos de petróleo, tanto em terra quanto no mar, além do processamento de gás natural, qualificando assim, produtos importantes para o abastecimento de indústrias, veículos e residências. (Agência Petrobras, 2017).

A região litorânea do município de São Mateus, no estado do Espírito Santo, tem como relevo característico áreas alagadiças, formadas pela pouca diferença de nível em relação ao mar, e pela deposição ocasionada pelo fluxo de águas fluviais originárias do interior do continente (LORENTE, 2015). A atividade de produção petrolífera demanda fluxo contínuo de tráfego terrestre para transporte de pessoas, máquinas, equipamentos e escoamento da produção, fazendo necessária a adequação das estradas de acesso para garantir o transporte.

Dentro deste contexto, o aterro seguido de compactação é um dos tratamentos mais utilizado, pois garante o escoamento das águas da chuva facilitando o tráfego (CASARIN, 2008). A areia e argila são as duas matérias primas principais utilizadas para o aterro seguido de compactação e são extraídas de áreas de empréstimos licenciadas existentes na região. Esse procedimento gera mudanças na paisagem natural, removendo a vegetação e a camada superficial de

solo. A compactação das áreas facilita a exploração e produção do petróleo, porém dificulta extremamente o restabelecimento da vegetação.

As áreas onde são realizadas as extrações de areia e argila são impactadas por essa ação, e cabe a entidade geradora desse impacto promover trabalhos de atenuação e redução dos danos ao meio ambiente (LEI Nº 9.605, 1998), conforme Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, apresentado no seu processo de obtenção da licença de extração dos recursos minerais. A revegetação como um processo facilitador é a principal linha de frente na recuperação dessas áreas, pois promove mudanças nas condições microclimáticas, aumento na complexidade estrutural da vegetação e no desenvolvimento das camadas de matéria orgânica, estimulando a presença de agentes dispersores e chegada de novas sementes na área. (POWERS et al., 1997).

O diagnóstico da área e seu entorno é fundamental para definir as condições iniciais do solo e as espécies mais apropriadas ao plantio. A análise de solo, por exemplo, é importante para definirmos as características química e física do solo, disponibilidade hídrica, entre outros. O manejo hídrico e nutricional são fatores de produção fundamentais para a revegetação.

Os solos das áreas remanescentes de extração de areia e argila são inaptos para o processo de revegetação, pois apresentam baixa fertilidade, devido a remoção das camadas superiores do solo onde se localiza a maior parte dos nutrientes disponíveis para as plantas. Um solo degradado é aquele que, após modificações, teve eliminado os seus meios de regeneração. O retorno ao seu estado anterior pode não ocorrer ou ser bastante lento. Nesse caso, a ação antrópica é necessária para acelerar o processo de regeneração (Dias & Griffith, 1998).

A disponibilidade hídrica durante o plantio, e após as primeiras semanas, principalmente em épocas secas, são favoráveis ao estabelecimento e ao desenvolvimento das plantas (BUZETTO et al., 2002). A utilização de polímeros hidroretentores é uma alternativa para garantir sucesso do transplântio das mudas

para o campo. Bernardino et al. (2015) verificaram que, no plantio de mudas de eucalipto, o uso do polímero hidroretentor associado a pré-irrigação favoreceu as plantas, alcançando índice superior a 95% de sobrevivência.

Assim, objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito do manejo hídrico e do manejo nutricional no crescimento de plantas utilizadas na revegetação de áreas remanescentes de extração de areia e argila.

1.2. Material e Métodos

1.2.1. Caracterização das áreas experimentais

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril de 2019 a novembro de 2019 em dois locais, a área de empréstimo de areia e a área de empréstimo de argila. As duas áreas fornecem matéria prima para a construção e manutenção do sistema viário, além da construção das bases de poços das áreas de exploração petrolífera da região de São Mateus-ES. O clima da região é definido como Aw, segundo a classificação internacional de Koppen, tropical quente e úmido, apresentando duas estações bem definidas, secas no outono/inverno e chuvosa na primavera/verão, com temperatura média de 24°C (ALVARES et al., 2013).

A área de empréstimo de argila está localizada em tabuleiro costeiro, a 14,3 quilômetros do litoral, com uma área de extração atual de 3 hectares e potencial para aumento da área. A área de empréstimo de areia fica localizada em área de restinga, região a 11,3 quilômetros do litoral, com uma área de extração atual de 3,88 hectares e potencial para aumento da área. Após a extração do material de interesse (areia e argila) forma-se um local denominado fundo de cava, que é caracterizado por ser a parte mais baixa do terreno, os experimentos foram implantados nestes locais. Os atributos físico-químicos do solo das áreas estão expressos nas TABELAS 1, 2 e 3.

TABELA 1. Atributos físicos do solo das áreas de empréstimos de argila e areia nas camadas de 0 – 20 e de 20 – 40 centímetros.

Área	Profundidade ---- Cm ----	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila	Classificação textural
Argila	0 – 20	282	116	398	122	480	Argilosa
	20 – 40	308	130	438	102	460	Argilosa
Areia	0 – 20	910	46	956	4	40	Arenosa
	20 – 40	774	92	866	74	60	Arenosa

TABELA 2. Atributos químicos do solo das áreas de empréstimos de argila e areia na camada de 0 – 20 centímetros.

Área	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg
		g.kg ⁻¹	----- mg.dm ⁻³ -----	-----	----- Cmol _c .dm ⁻³ -----	-----
Argila	4,60	4,73	0,69	8,75	0,26	0,21
Areia	5,48	5,21	12,01	9,00	0,14	0,03
Área	Al	H+Al	SB	T	V	M
	----- Cmol _c .dm ⁻³ -----			-----	----- % -----	-----
Argila	0,68	2,20	0,59	2,79	20,45	55,42
Areia	0,10	3,50	0,20	3,70	8,80	21,37

M.O: matéria orgânica; P: teor de fósforo no solo; K: teor de potássio no solo; Ca: teor de cálcio no solo; Mg: teor de magnésio no solo; Al: teor de alumínio no solo; H+Al: teor de hidrogênio e alumínio no solo; SB: soma das bases; T: capacidade de troca de cátions; V: saturação de bases; M: saturação de alumínio.

TABELA 3. Características hídricas do solo das áreas de empréstimos de argila e areia.

Área	Capacidade de campo (cm ³ .cm ⁻³)	Ponto de murcha permanente (cm ³ .cm ⁻³)
Argila (0 – 20)	0,6871	0,1953
Argila (20 – 40)	0,4394	0,1580
Areia	0,1738	0,0502

1.2.2. Experimento na área de empréstimo de argila

Na área de empréstimo de argila o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdivididas 2 x 5, sendo dois métodos de manejo hídrico na parcela: uso de hidroretentor e ausência. Nas subparcelas os tratamentos foram cinco doses de adubação de covas do fertilizante formulado NPK 04-14-08 da marca comercial NATUFERT® composto por cloreto de potássio (KCl), carbamida ((NH₂)₂CO), pentóxido de fósforo (P₂O₅) acondicionados em uma mistura de matéria orgânica. As dosagens foram: 0,000 kg,

0,072 kg, 0,144 kg, 0,288 kg e 0,576 kg. As adubações seguiram como base a recomendação para essências nativas conforme Prezotti et al. (2013).

A argila é extraída em profundidade no solo até atingir as camadas que não oferecem mais a qualidade desejada para o material. Na área de extração de argila uma das características do fundo de cava é a presença da petroplintita, um mineral ferroso de alta densidade que proporciona baixa drenagem ao solo e elevada resistência à penetração das raízes. Além desse fator, durante a extração do material de interesse, ocorre um tráfego constante de máquinas e caminhões, o que gera compactação adicional do solo. Por esse motivo, se fez necessária à realização de uma subsolagem da área a uma profundidade média de 60 cm. As covas foram demarcadas em padrão triangular com distância entre covas de 1,2 metros. Após o coveamento foi realizado a adubação de covas seguindo a descrição, utilizando as dosagens correspondentes aos tratamentos.

Foram utilizadas cinco espécies de plantas nativas: Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Cajá Mirim (*Spondias mombin* L.), Goiaba do Ipiranga (*Psidium cattleianum* Sabine), Ingá Mirim (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) e Murta de Restinga (*Mouriri guianensis* Aubl.), sendo essas definidas pela presença natural no bioma da região e pela disponibilidade comercial.

O plantio foi realizado no dia 11 de abril de 2019, com a aplicação da solução de hidroretentor feita no momento do plantio. Foi aplicado 0,5 litro de solução por cova, na concentração de 8 g de hidroretentor para cada litro de água, correspondendo a 4 g de gel hidroretentor por planta. O produto utilizado foi o gel hidroretentor condicionador de solo Hydroplan® - EB/HyB. Após o plantio realizou-se a cobertura de proteção das mudas utilizando estrutura artesanal compostas por hastes de madeira (eucalipto) e tecido não tecido (TNT) conhecida popularmente como “bandeirinhas”.

No trigésimo dia após o plantio, foi retirada a cobertura das mudas e foi realizado o tutoramento para evitar tombamento. Conforme a necessidade, a área passou por operação de controle de plantas invasoras através da capina manual.

Todas as plantas receberam adubação de cobertura, na dosagem de 25 g planta⁻¹ de NPK 20-00-20, a partir do plantio, a cada 60 dias e durante todo o período de condução do experimento.

1.2.3. Experimento na área de empréstimo de areia

Na área de empréstimo de areia o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdivididas 3 x 5, sendo três métodos de manejo hídrico na parcela: o uso de sistema de irrigação por gotejamento, o uso de hidroretentor e ausência de manejo hídrico. Nas subparcelas os tratamentos foram cinco doses de adubação de covas do fertilizante formulado NPK 04-14-08 da marca comercial NATUFERT® composto por cloreto de potássio (KCl), carbamida ((NH₂)₂CO), pentóxido de fósforo (P₂O₅) acondicionados em uma mistura de matéria orgânica. As dosagens foram: 0,000 kg, 0,072 kg, 0,144 kg, 0,288 kg e 0,576 kg. As adubações seguiram como base a recomendação para essências nativas conforme Prezotti et al. (2013).

Para garantir o trânsito de máquinas pesadas é depositada uma camada de solo argiloso na área do fundo de cava. Essa camada foi retirada para se promover a prevalência da fração areia, característica predominante do solo da região. Em seguida, realizou-se a demarcação das covas seguindo um padrão triangular com distância entre covas de 1,2 metros. Após o coveamento realizou-se a adubação de covas com as doses propostas para os tratamentos.

Foram utilizadas cinco espécies de plantas nativas: Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Cajá Mirim (*Spondias mombin* L.), Goiaba do Ipiranga (*Psidium cattleianum* Sabine), Ingá Mirim (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) e Murta de Restinga (*Mouriri guianensis* Aubl.), sendo essas definidas pela presença natural no bioma da região e pela disponibilidade comercial.

O plantio foi realizado no dia 12 de abril de 2019 com a aplicação da solução de hidroretentor feita no momento do plantio. Foi aplicado 0,5 litro de solução por cova, na concentração de 8 g de hidroretentor para cada litro de água,

correspondendo a 4 g de gel hidrorretentor por planta. O produto utilizado foi o gel hidrorretentor condicionador de solo Hydroplan® - EB/HyB. Após o plantio realizou-se a cobertura de proteção das mudas utilizando estrutura artesanal compostas por hastes de madeira (eucalipto) e tecido não tecido (TNT) conhecida popularmente como “bandeirinhas”.

O sistema de irrigação foi implantado após a adubação de covas. Utilizando gotejamento com fita gotejadora de 1,2 L h⁻¹, a 100 kPa, espaçados a 0,2 m. O sistema possuía controle automático que possibilitava a aplicação programada da lâmina de água pré-determinada. A irrigação foi realizada 2 vezes ao dia com intervalos de 12 horas entre cada aplicação, quando necessário. A lâmina de água aplicada foi obtida pelo balanço hídrico diário, considerando a precipitação e a evapotranspiração da cultura para um coeficiente de cultura unitário, com a estimativa da evapotranspiração de referência obtida pelo método de Penman-Monteith. Os dados utilizados foram obtidos na estação meteorológica instalada na unidade de produção de petróleo. A atualização da lâmina aplicada foi realizada semanalmente e aplicada durante todo o período do experimento.

Trinta dias após o plantio, foi retirada a cobertura das mudas e realizado o tutoramento para evitar tombamento. Conforme a necessidade, a área passou por operação de controle de planta invasoras através da capina manual. Todas as plantas receberam adubação de cobertura, na dosagem de 25 g planta⁻¹ de NPK 20-00-20, a partir do plantio, a cada 60 dias e durante todo o período de condução do experimento.

1.2.4. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos com uma estação meteorológica Davis 6162 Wireless Vantage Pro2 Plus, localizada a 1400 metros da área de empréstimo de argila e a 8300 metros da área de empréstimo de areia. As informações utilizadas são referentes aos meses de abril a novembro de 2019 (FIGURAS 1, 2, 3 e 4), período em que se conduziu o experimento.

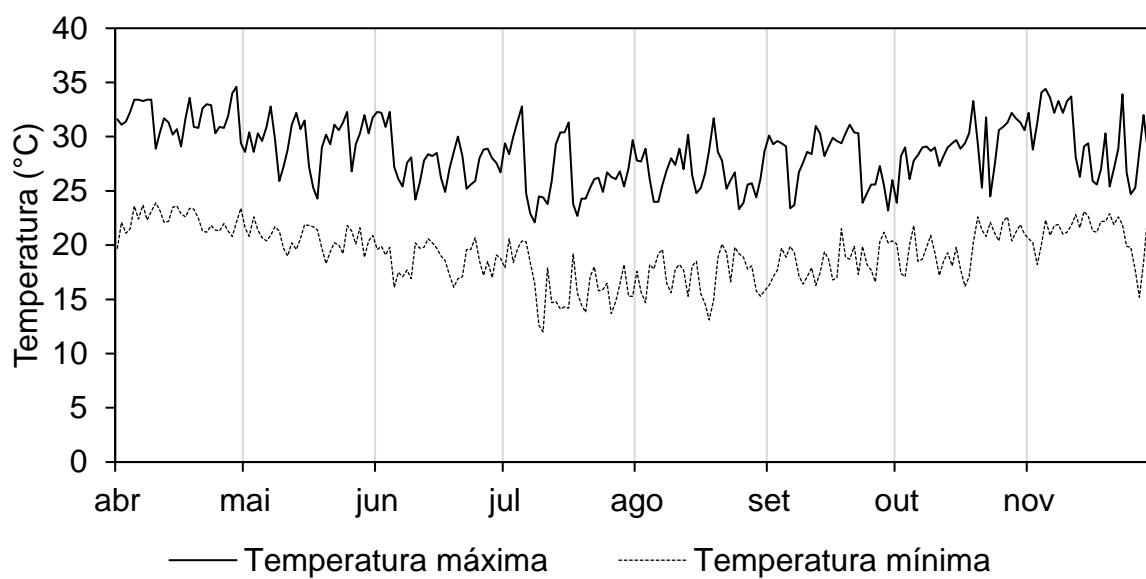


FIGURA 1. Temperaturas máxima, mínima ($^{\circ}\text{C}$) do ar diárias das áreas de empréstimo de argila e areia.

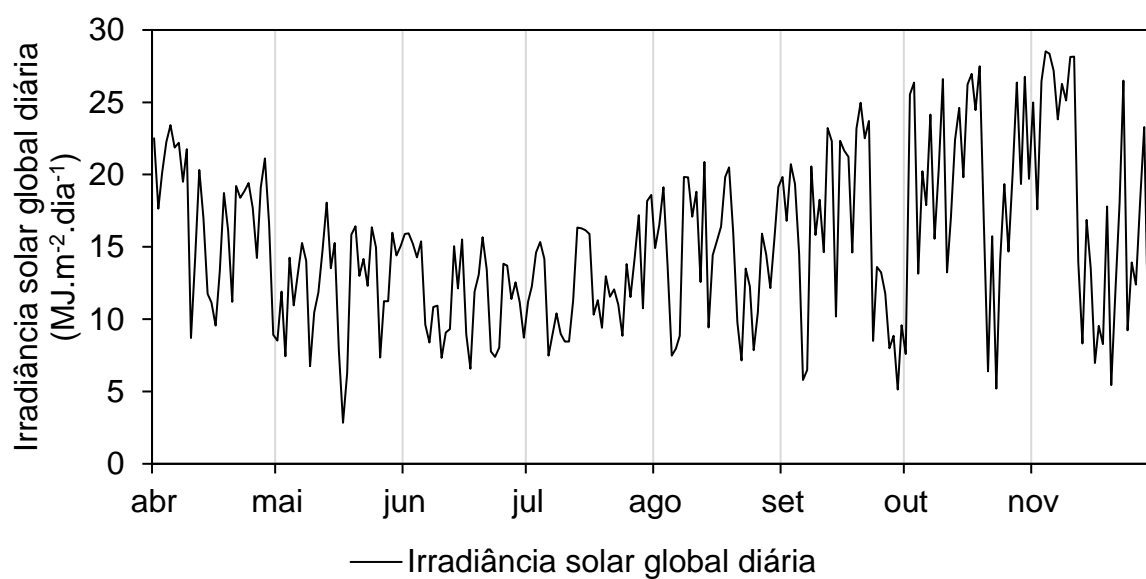


FIGURA 2. Irradiância solar global diária ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) das áreas de empréstimo de argila e areia.

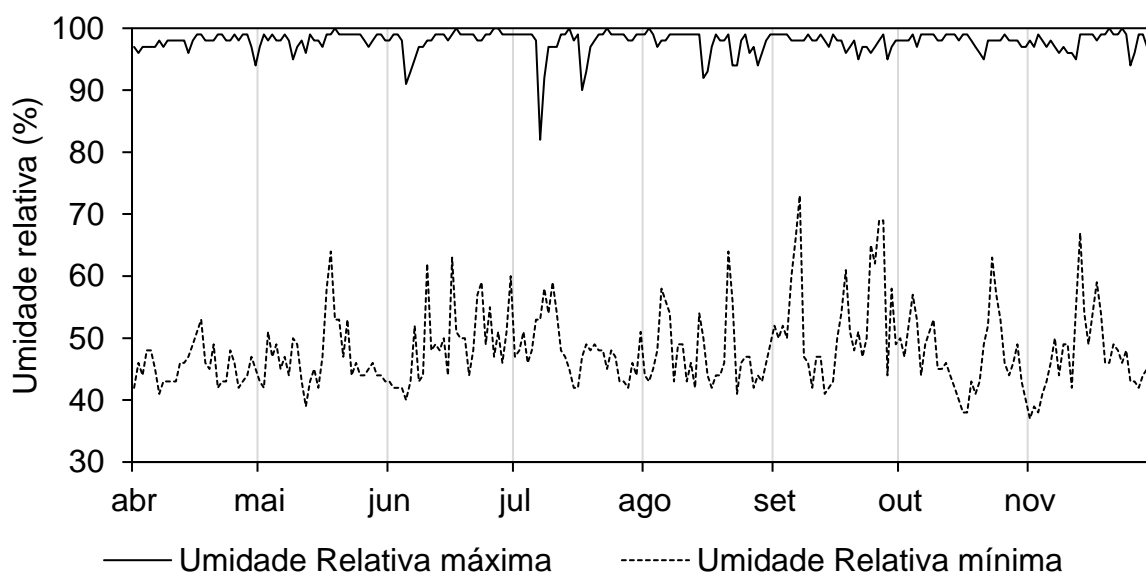


FIGURA 3. Umidade relativa máxima e mínima (%) diária das áreas de empréstimo de argila e areia.

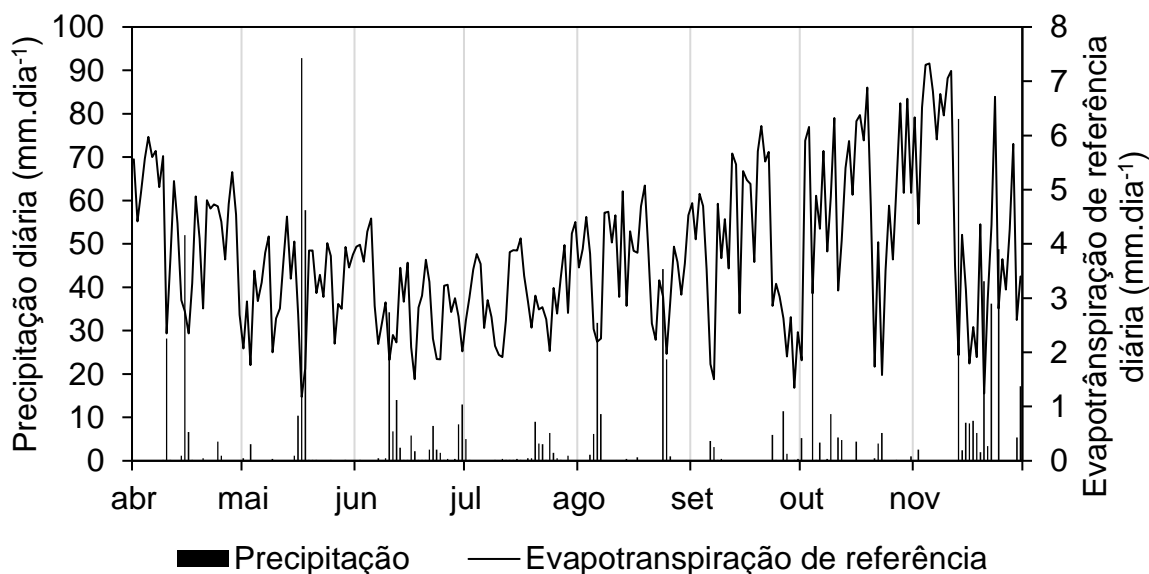


FIGURA 4. Precipitação diária (mm) e evapotranspiração de referência diária (mm.dia^{-1}) das áreas de empréstimo de argila e areia.

1.2.5. Avaliações realizadas

Após 180 de plantio, foram feitas avaliações para as seguintes características de crescimento: altura de planta (AP), com o auxílio de uma trena graduada em milímetros; diâmetro de caule (DC), mensurado no nível do solo por um paquímetro digital; e número total de folhas (NF), obtido pela contagem de todas as folhas desenvolvidas. Também foi avaliado o índice de sobrevivência das plantas,

obtido através da razão entre o número plantas vivas e o número total de plantas introduzidas na área por parcela.

1.2.6. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando determinada suas significâncias foram submetidos aos testes de média (Tukey a 5%), para os resultados referentes ao uso de hidroretentores e a análise de regressão no caso dos resultados referentes a adubação de plantio. Apenas os modelos de regressão com probabilidade de 5 % foram considerados validos. Modelos de regressão com R^2 abaixo de 50% foram descartados.

1.3. Resultados e Discussão

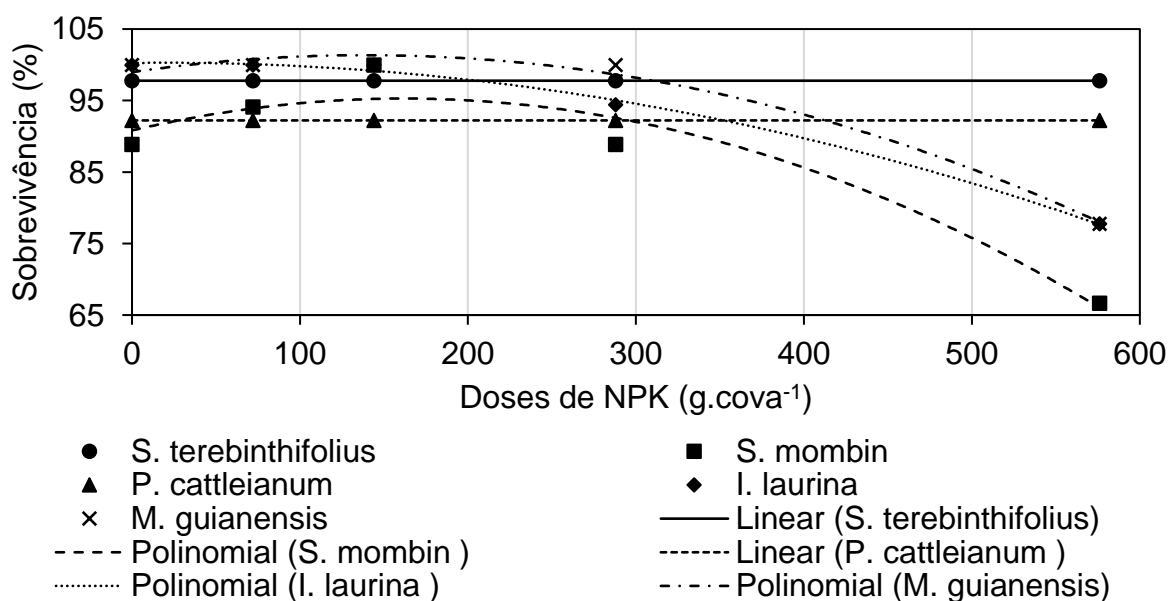
1.3.1. Área experimental de extração de argila (tabuleiro costeiro)

1.3.1.1. Índice de sobrevivência

Os índices de sobrevivência encontrados na área experimental de extração de argila não tiveram influência estatística do fator manejo hídrico em nenhuma das espécies avaliadas. Esse fato se explica, possivelmente, por chuvas que ocorreram próxima a data de plantio em 11 de abril. As chuvas foram de 28mm e 52mm nos dias 10 e 15 de abril de 2019, respectivamente. O nível de precipitação associado a classe textural do solo da área experimental (TABELA 1), proporcionou um período longo de alta umidade no solo, o que pode ter prejudicado o efeito inicial do hidroretentor. A textura determina a área de contato entre as partículas sólidas e a água, assim quanto maior for a fração argila, maior será a área de contato. O teor de argila do solo apresenta efeitos positivos e mais pronunciados na retenção de água. (BEUTLER et al., 2002).

O fator adubação de cova influenciou significativamente no índice de sobrevivência para as espécies *S. mombin*, *I. laurina* e *M. guianensis* (APÊNDICE 1). A variável índice de sobrevivência não foi influenciada pelos tratamentos considerando as espécies *S. terebinthifolius* e *P. cattleianum*.

As espécies *S. mombin*, *I. laurina* e *M. guianensis* tiveram o modelo de regressão ajustado para o índice de sobrevivência (FIGURA 5). O maior índice de sobrevivência para a espécie *S. mombin* foi obtido com a dose de 137,75 g cova⁻¹, para a espécie *M. guianensis* foi obtido com a dose de 170,50 g cova⁻¹ e para a espécie *I. laurina* foi obtido com a dose de 20,71 g cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08. Não houve diferença significativa para o índice de sobrevivência das plantas de *S. terebinthifolius* e *P. cattleianum* submetidas a diferentes doses de adubação, sendo as médias de sobrevivências de 97,77% e 92,22%, respectivamente. A rusticidade da espécie *S. terebinthifolius* permite adaptabilidade a condições desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal, como solos pobres em fertilidade e condições de indisponibilidade hídrica.



S.t	Média = 97,778		
S.m	$-0,0002x^2 + 0,0551x + 90,819$	$R^2 = 0,9365$	(1)
P.c	Média = 92,222		
I.l	$-0,00007x^2 + 0,0029x + 100,26$	$R^2 = 0,9969$	(2)
M.g	$-0,0001x^2 + 0,0341x + 98,974$	$R^2 = 0,9365$	(3)

FIGURA 5. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre o índice de sobrevivência de *S. terebinthifolius* (S.t), *S. mombin* (S.m), *P. cattleianum* (P.c), *I. laurina* (I.l) e *M. guianensis* (M.g) 180 dias após o plantio..

Oliveira et al. (2008) avaliando o desenvolvimento de *S. terebinthifolius* em solos contaminados com petróleo identificou índices de sobrevivência de 100 %, o

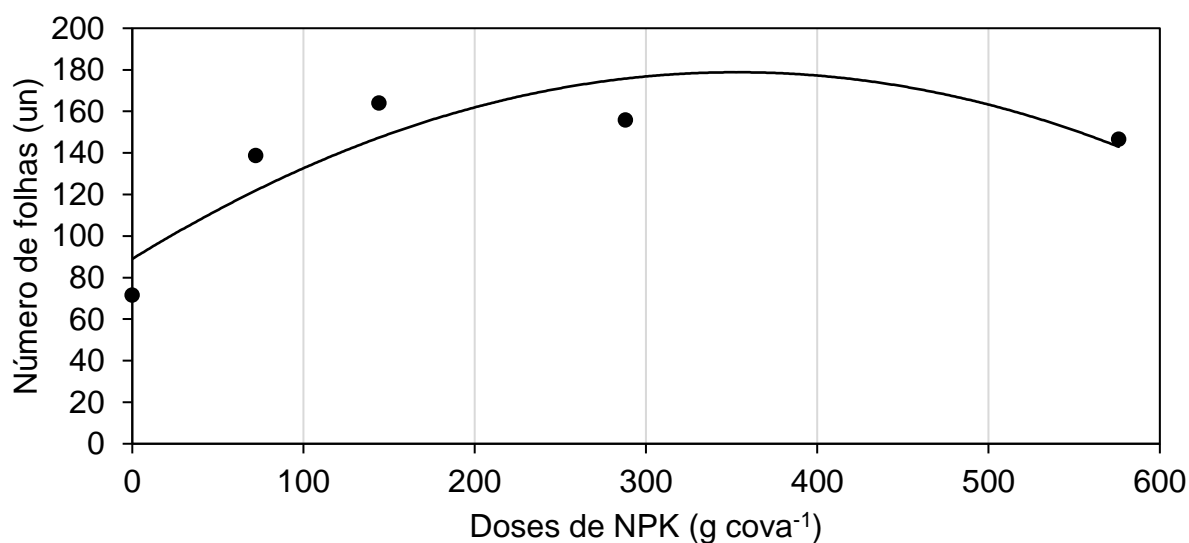
que corrobora com a capacidade adaptativa da espécie. As plantas de *P. cattleianum* apresentaram grande adaptabilidade as condições locais. Knapik e Maranhão (2007) avaliando revegetação em área de mineração registraram índices de sobrevivência para *P. cattleianum* e *S. terebinthifolius* de 100%.

O incremento nutricional obtido com a adubação de cova aplicada nos tratamentos, proporcionou uma melhora das condições de fertilidade do solo em doses mais baixas e criou condições desfavoráveis para algumas espécies em doses mais altas. O solo argiloso (TABELA 1), tem maior capacidade de retenção nutricional o que expõe as plantas a condições geradas pelos tratamentos empregados por mais tempo. Essa condição pode afetar tanto positivamente no caso de doses de adubação ideais, ou negativamente no caso de doses excessivas. Segundo ALMEIDA & SÁNCHEZ (2005), a taxa de 90% de sobrevivência de mudas é considerado como referência em projetos de revegetação, nível que foi atingindo por todas as espécies até a dose de 288 g cova⁻¹, acima dessa dosagem as espécies *S. mombin*, *I. laurina* e *M. guianensis* tiveram diminuição na taxa de sobrevivência (FIGURA 6).

1.3.1.2. Crescimento das plantas

1.3.1.2.1. Aroeira (*S. terebinthifolius*)

Para a espécie Aroeira (*S. terebinthifolius*) o fator adubação foi significativo para as três variáveis estudadas. (APÊNDICE 2). Apesar das variáveis AP e DC apresentarem efeito significativo da adubação de cova, não foi possível estabelecer um modelo de regressão significativo para as mesmas. Para o NF foi ajustado o modelo quadrático, sendo o maior número de 181 folhas obtido com a dose de 363,71 g cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08 (FIGURA 6). Silva et al., (2011) estudando o desenvolvimento de *S. terebinthifolius* em ambiente contaminado com cobre não encontraram diferenças significativas nas características de crescimento das plantas mesmo em doses altas do contaminante, indicando uma alta adaptabilidade da espécie à condições nutricionais inadequadas.



● Número de folhas — Polinomial (Número de folhas)

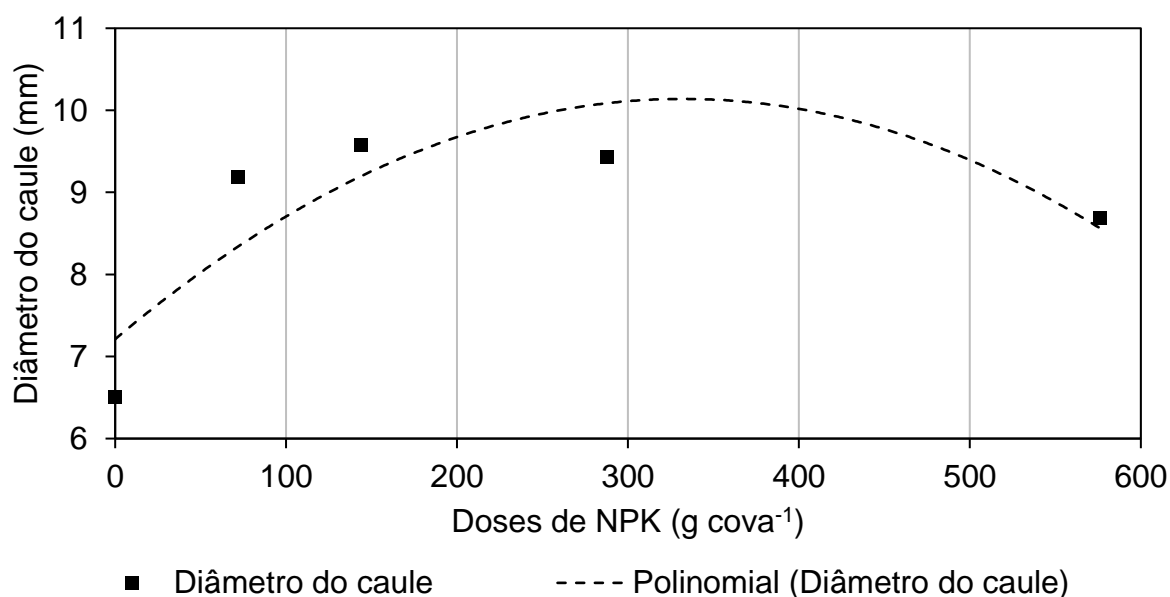
$$NF = -0,0007x^2 + 0,5092x + 88,927 \quad R^2 = 0,7655 \quad (4)$$

FIGURA 6. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre o número de folhas (NF) de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área de empréstimo de argila 180 dias após o plantio.

Sousa et al., (2014) avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio em áreas de revegetação, identificou um comportamento similar, o incremento da dose de nitrogênio criou um ponto de máximo desenvolvimento morfológico seguido de uma queda nos resultados.

1.3.1.2.2. Cajá Mirim (*S. mombin*)

Nas plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) o fator adubação foi significativo na variável, DC (APÊNDICE 2). Foi ajustado o modelo de regressão quadrático, sendo o maior diâmetro de caule 9,8 mm, obtido com a dose de 293,00 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08 (FIGURA 7). A cajazeira é uma árvore frutífera tropical lenhosa, caracterizada como planta secundária que demanda de condições ambientais com menos variação de temperatura e umidade para seu adequado desenvolvimento. As condições de disponibilidade de nutrientes do solo podem afetar diretamente o desenvolvimento das plantas. Níveis de carência ou o excesso nutricional são prejudiciais (Martinez et al., 2003), como observado nos resultados obtidos para as plantas de *S. mombin*.



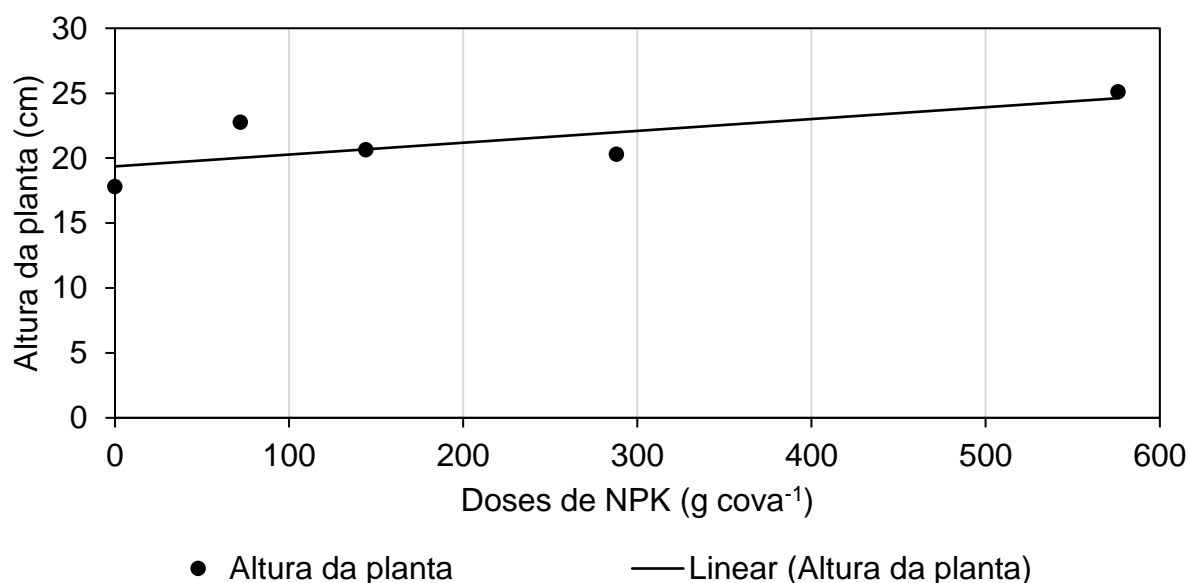
$$DC \quad -0,00003x^2 + 0,0176x + 7,2096 \quad R^2 = 0,7146 \quad (5)$$

FIGURA 7. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre o diâmetro do caule de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área de empréstimo de argila 180 dias após o plantio.

A carência ou excesso de nutrientes pode provocar o depauperamento das plantas. Em tais condições, a capacidade de desenvolvimento das plantas é perdida durante o tempo em que é exposta a essa condição (Martinez et al., 2003).

1.3.1.2.3. Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*)

Para as plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) o fator adubação foi significativo para as variáveis AP e NF (APÊNDICE 2). O modelo de regressão ajustado para variáveis estudadas apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento de adubação para a variável AP (FIGURA 8), enquanto que para a variável NF o modelo ajustado não obteve um R^2 significativo. Segundo Mexal e Lands (1990), a altura da parte aérea das plantas fornece uma excelente estimativa da predição do crescimento inicial da muda no campo, sendo tecnicamente, aceita como uma boa medida do potencial de desempenho. Gomes et al. (2002) citam que a altura da parte aérea, quando avaliada isoladamente pode ser utilizada para expressar a qualidade das mudas. A maior AP identificada foi de 24,60 cm obtida com a dose de adubação de cova de 576,00 g cova⁻¹.



$$AP = 0,0091x + 19,362 \quad R^2 = 0,5674 \quad (6)$$

FIGURA 8. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre a altura das plantas (AP) de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) na área de empréstimo de argila 180 dias após o plantio.

Estudando o efeito de diferentes substratos na produção de mudas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Casagrande Jr et al. (1996) apresentaram uma correlação direta entre o desenvolvimento da planta e a fertilidade do solo. Cavalcante et al., (2019) identificaram um espectro de comportamento do incremento da adubação potássica em plantas de goiabeira (*Psidium guajava*), observando que tanto em doses baixas quanto em doses muito altas a produtividade das plantas estudadas diminuiu.

1.3.1.2.4. Ingá Mirim (*I. laurina*)

Para as plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) o fator adubação foi significativo para as três variáveis avaliadas. Para variável NF, houve também interação entre os fatores manejo hídrico e adubação (APÊNDICE 2).

As variáveis AP e DC apresentaram um comportamento quadrático, sendo os maiores valores de 62 cm e 12 mm, obtidos com as doses de 74 e 55 g cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08, respectivamente (FIGURA 9).

suprimido. Em doses mais altas o ambiente pode ter se tornado inadequado para o desenvolvimento microbiológico (STAMFORD et al., 2005).

TABELA 4. Número de folhas (NF) médio em plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) quando cultivadas sob doses crescentes de NPK 04-14-08 com e sem a adição de hidroretentor na área de empréstimo de argila 180 dias após o plantio.

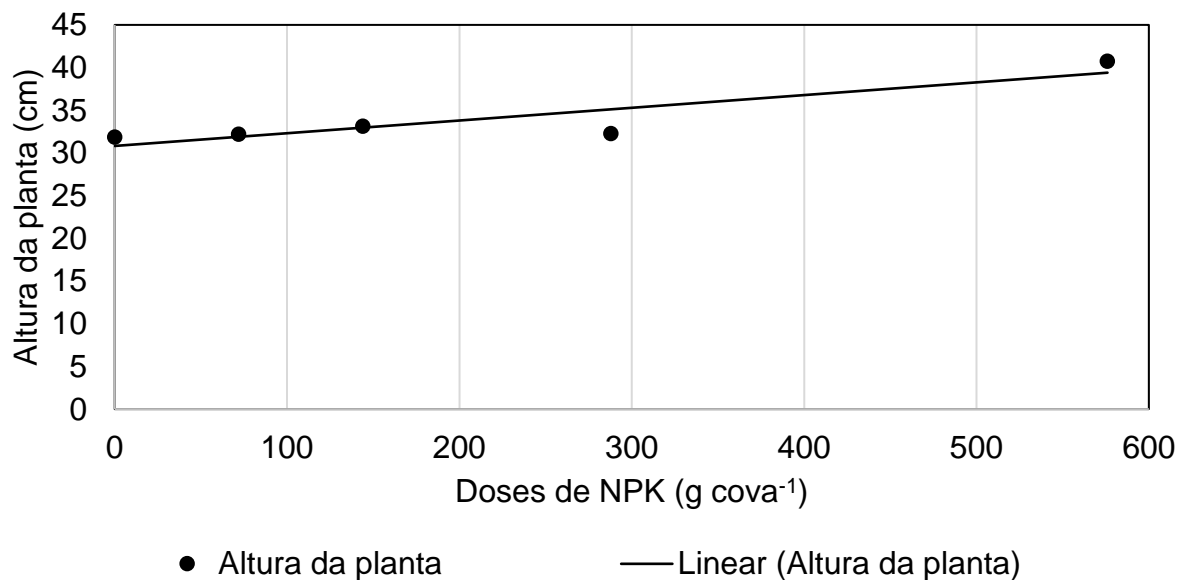
NPK 04-14-08 (g. cova ⁻¹)	Número de folhas (un)	
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor
0	35,22 a	30,33 a
72	55,22 a	43,55 a
144	50,33 a	51,22 a
288	28,66 b	48,33 a
576	15,33 a	16,44 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável NF apresentou um comportamento linear inversamente proporcional ao incremento da adubação com NPK na cova, quando avaliada dentro do manejo hídrico sem aplicação do hidroretentor. Quando avaliada dentro do manejo hídrico com a aplicação de hidroretentor foi observado um comportamento quadrático (FIGURA 10). O maior NF 53, foi obtido com a dose de 264 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08 com o uso do hidroretentor.

A presença do hidroretentor interferiu significativamente no comportamento do crescimento da planta, diminuindo o espectro do efeito da adubação. Essa situação indica que a presença do hidroretentor proporcionou condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas em doses maiores (264 g. cova⁻¹), enquanto que com a ausência do hidroretentor o maior NF observado ocorreu na dose de 0,00 g. cova⁻¹.

significância estatística para a variável NF, apresentou um R^2 abaixo do aceitável (50%) (FIGURA 11).



$$AP = 0,0149x + 30,821 \quad R^2 = 0,8040 \quad (11)$$

FIGURA 11. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre a altura das plantas (AP) de Murta de Restinga (*M. guianensis*) na área de empréstimo de argila 180 dias após o plantio.

Com base nos resultados é possível observar que a altura das plantas aumentou de forma equivalente e proporcional ao incremento da adubação. Gomes et al. (2002) identificaram que plantas com relação entre os parâmetros de crescimento mais equilibrada tendem a uma maior capacidade de resistência às condições adversas. Esse aspecto pode ter levado ao desenvolvimento das plantas de *M. guianensis*, mesmo em doses mais altas de adubação na cova.

1.3.2. Área experimental da área de empréstimo de areia (restinga)

1.3.2.1. Índice de sobrevivência

O índice de sobrevivência encontrado na área experimental de extração de areia teve influência estatística do fator manejo hídrico nas espécies *P. cattleianum* e *I. laurina* e influência do fator dose de adubação sobre as espécies *S. terebinthifolius*, *I. laurina* e *M. guianensis*. Houve interação entre os fatores manejo hídrico e adubação de cova para a variável índice de sobrevivência nas espécies *S.*

terebinthifolius, e *S. mombin* (APÊNDICE 3). Em comparação a área experimental da área de empréstimo de argila a área de empréstimo de areia apresentou efeito do manejo hídrico nos resultados obtidos. Essa ocorrência pode ser explicada pela diferença no comportamento de na capacidade de retenção de água no solo (TABELA 3) das duas áreas. A textura do solo é um fator que determina a capacidade de retenção de água do mesmo. Solos com maior presença da fração areia tendem a reter menos água ao longo do tempo (KLEIN & KLEIN, 2015).

Dentre as médias observadas nos três métodos de manejo hídrico (sem hidretentor, com hidretentor e com irrigação), para o índice de sobrevivência da espécie *S. terebinthifolius* houve diferença significativa apenas na dose de 576 g cova⁻¹ de NPK 04-14-08. Nessa dosagem, a maior média observada foi de 100% de sobrevivência com o uso de irrigação (TABELA 6). Para o índice de sobrevivência da espécie *S. mombin* houve diferença significativa nas doses 0 e 576 g cova⁻¹ de NPK 04-14-08, sendo as maiores medias de 100% e 88,88 % de sobrevivência com o uso de hidretentor e com o uso de irrigação, respectivamente (TABELA 6).

TABELA 6. Índice de sobrevivência em plantas de *S. terebinthifolius* e *S. mombin*, quando cultivadas sob doses crescentes de NPK 04-14-08, sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com uso de irrigação na área experimental de Extração de areia 180 dias após o plantio.

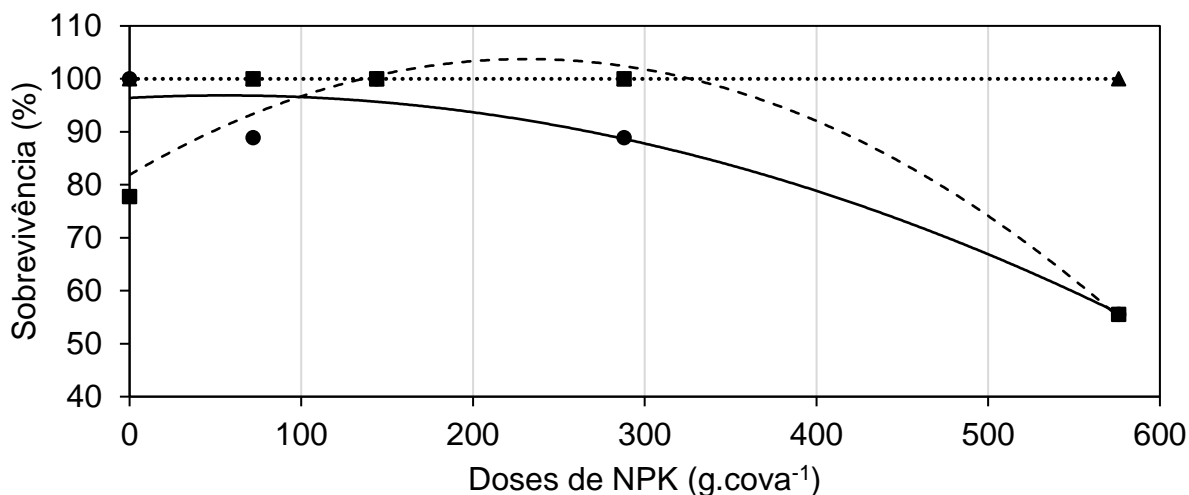
	Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	Índice de sobrevivência		
		Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
<i>S. terebinthifolius</i>	0	100 a	77,77 a	100 a
	72	88,88 a	100 a	100 a
	144	100 a	100 a	100 a
	288	88,88 a	100 a	100 a
	576	55,55 b	55,55 b	100 a
	Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	Índice de sobrevivência		
		Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
<i>S. mombin</i>	0	44,44 b	100,00 a	44,44 b
	72	66,66 a	87,50 a	77,77 a
	144	77,77 a	50,00 a	55,55 a
	288	44,44 a	88,88 a	88,88 a
	576	44,44 ab	33,33 b	88,88 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Nesse caso, as duas espécies apresentaram um ponto de máxima sobrevivência quando submetidas a diferentes doses de adubação de cova. As características nutricionais do solo da área oferecem pouca capacidade de desenvolvimento para plantas como as das espécies *S. terebinthifolius*, e *S. mombin* (TABELA 2). Quando submetidas ao uso de irrigação as duas espécies expressaram os maiores valores de índices de sobrevivência, porém, na espécie *S. mombin*, no caso das doses mais baixas de adubação de cova, os melhores resultados foram obtidos com a utilização de hidroretentor (TABELA5). Oliveira et al. (2008) avaliando o desenvolvimento de *S. terebinthifolius* em solos contaminados com petróleo identificou índices de sobrevivência de 100%, o que corrobora com a capacidade adaptativa da espécie.

Foi ajustado o modelo de regressão para o índice de sobrevivência na espécie *S. terebinthifolius* nos métodos de manejo hídrico (sem hidroretentor, com hidroretentor e com irrigação) (FIGURA 12). O maior índice de sobrevivência sem o uso de hidroretentor foi de 96,75 %, obtido com a dose de 41,75 g cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08. Com o uso de hidroretentor foi de 100 % obtido com a dose de 236,50 g cova⁻¹. Não houve diferença significativa para o índice de sobrevivência das plantas de *S. terebinthifolius* submetidas a diferentes doses de adubação em conjunto com a irrigação, a média de sobrevivência foi de 100%.

Os resultados obtidos demonstram que as plantas possuem uma faixa de otimização de sobrevivência quando submetidas a doses crescentes de adubação de cova. Conforme MALAVOLTA (1980), considerando as particularidades de cada espécie, a escassez ou excesso de nutrientes, caracterizando deficiências ou toxidez, respectivamente, são prejudiciais ao desenvolvimento das plantas.



● Sem hidrorretentor
 ▲ Com irrigação
 - - - Polinomial (Com hidrorretentor)
 I.S.S.H. $-0,0002x^2 + 0,0167x + 96,41$ $R^2 = 0,9290$ (12)
 I.S.C.H. $-0,0004x^2 + 0,1892x + 81,88$ $R^2 = 0,9575$ (13)
 I.S.C.I. Média = 100

FIGURA 12. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre o índice de sobrevivência de *S. terebinthifolius* sem a adição de hidrorretentor (I.S.S.H.), com a adição de hidrorretentor (I.S.C.H.) e com uso de irrigação (I.S.C.I) na área experimental de Extração de areia 180 dias após o plantio.

A espécie *S. mombin* (FIGURA 13), quando submetida aos métodos de manejo hídrico, apresentou diferença significativa para o índice de sobrevivência das plantas apenas para o tratamento com uso de hidrorretentor, com ajuste de comportamento linear inversamente proporcional ao incremento da dose do fertilizante NPK 04-14-08. Para os tratamentos sem o uso de hidrorretentor e irrigação, a média de sobrevivência foi de 55,55 e 71,11%, respectivamente.

A presença do hidrorretentor garantiu a disponibilidade dos nutrientes fornecidos pela adubação de cova para as plantas de *S. mombin*. O mesmo resultado não foi observado com o uso da irrigação, o efeito de lixiviação causado pela irrigação amenizou os efeitos de toxidez mesmo em doses altas de adubação. Da Costa Mendes et al., (2015) estudando lixiviação de nitrato em função de lâminas de irrigação em solos arenoso e argilosos identificou maior e mais rápida mobilidade vertical no solo arenoso, principalmente em maiores lâminas de água maiores do que a ET₀.

Para a espécie Aroeira (*S. terebinthifolius*) houve interação entre o fator manejo hídrico e adubação, nas variáveis AP e DC. Para a variável NF, apenas o fator adubação foi significativo (APÊNDICE 4).

Dentre as médias observadas nos três métodos de manejo hídrico, para a variável AP, houve diferença significativa apenas nas doses de 288 g cova⁻¹ e 576 g cova⁻¹ de NPK 04-14-08, onde os melhores resultados foram obtidos com uso de hidroretentor e com irrigação. (TABELA 8). Para a variável DC, observa-se diferença significativa também nas doses mais elevadas de 288 e 576 g cova⁻¹ de NPK 04-14-08, com a adição de hidroretentor e com o uso da irrigação por gotejamento (TABELA 8). Scheer et al. (2017) estudando o efeito da calagem e adubação de cova em 4 espécies utilizadas na revegetação identificou que *S. terebinthifolius* foi a espécie que apresentou diâmetros de colo e alturas consideravelmente superiores as demais mesmo quando submetida a doses elevadas de adubação de cova.

TABELA 8. Altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) médio em plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) quando cultivadas sob doses crescentes de NPK 04-14-08 sem a adição de hidroretentor, com a adição de hidroretentor e com o uso de irrigação por gotejamento na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

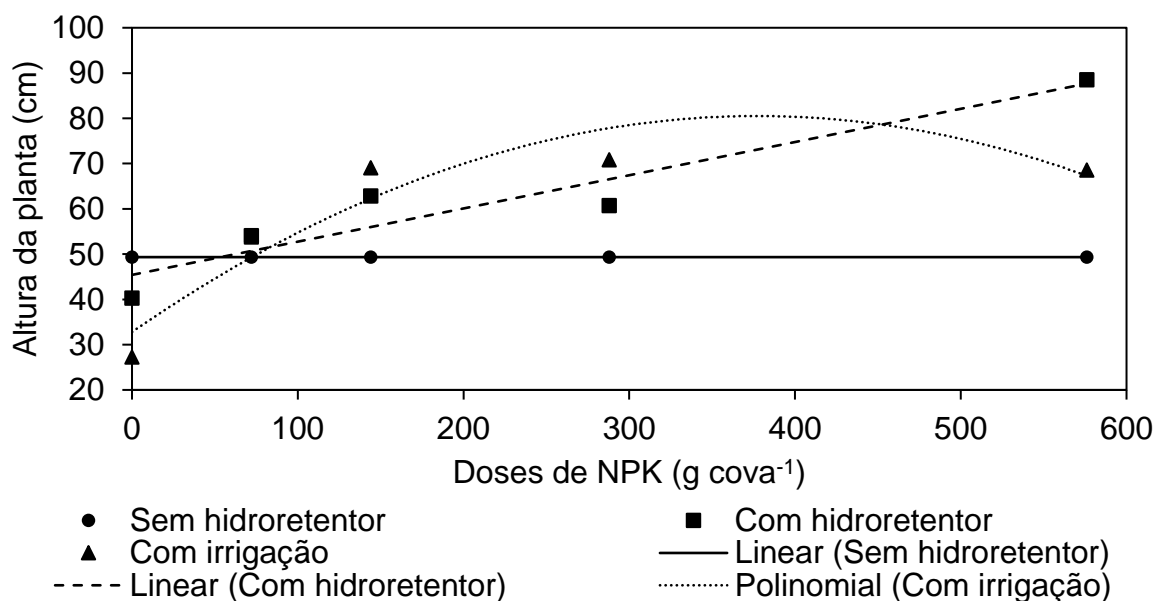
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	Altura de planta (cm)		
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor	Com irrigação
0	36,55 a	40,27 a	27,27 a
72	49,16 a	54,05 a	53,77 a
144	62,55 a	62,77 a	69,00 a
288	45,55 b	60,72 ba	70,77 a
576	52,83 b	88,45 a	68,55 ba

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	Diâmetro do caule (mm)		
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor	Com irrigação
0	4,12 a	5,55 a	5,02 a
72	10,57 a	10,86 a	8,43 a
144	10,28 a	11,42 a	13,56 a
288	8,60 b	12,60 ba	14,47 a
576	8,42 b	15,10 a	15,46 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável AP apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação com NPK na cova quando avaliada dentro do manejo

hídrico com aplicação do hidrotentor e um comportamento quadrático quando avaliada dentro do manejo hídrico com a utilização de irrigação por gotejamento (FIGURA 15). A maior altura da planta 86 cm, foi obtida com a dose de 421,5 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08. Essas diferenças no comportamento de crescimento da espécie podem estar relacionadas com a disponibilidade nutricional e com a lixiviação nutricional causada pela irrigação.



S.H. Média = 49,333

C.H. $0,0734x + 45,411$ $R^2 = 0,9041$ (17)

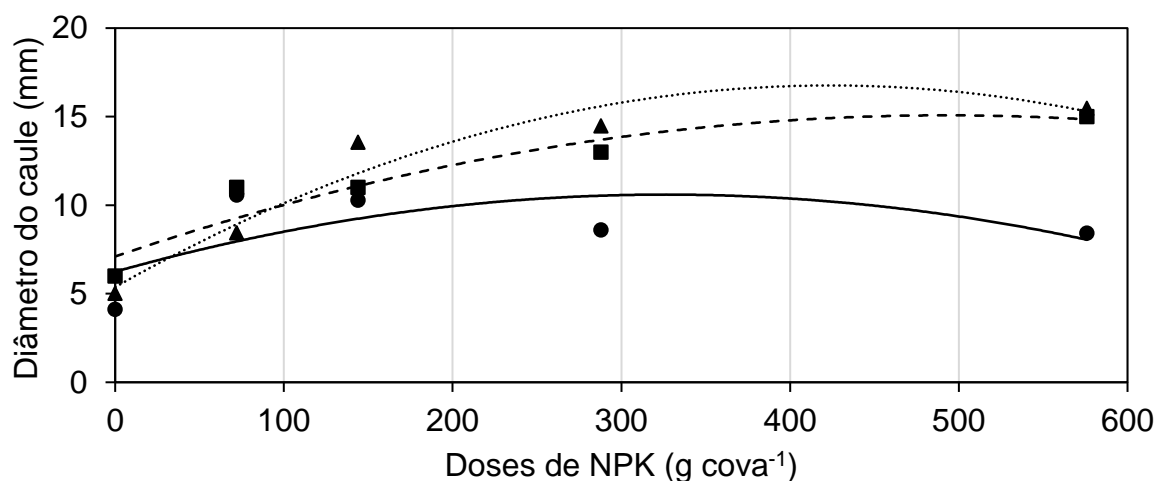
C.I. $-0,0003x^2 + 0,2529x + 32,78$ $R^2 = 0,8913$ (18)

FIGURA 15. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidrotentor (S.H), com a aplicação de hidrotentor (C.H) e com a utilização de irrigação por gotejamento (C.I) sobre a altura de plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

A disponibilidade hídrica além de proporcionar um aumento gradativo da altura das plantas (presença de hidrotentor) quando submetidos a doses crescentes de adubação na cova, também proporcionou a obtenção de um ponto de otimização quando ocorreu o processo de irrigação. Xavier et al. (2011) ao estudar o crescimento de dois híbridos de eucalipto sob diferentes níveis de déficit hídrico identificou maior crescimento sob maior disponibilidade hídrica.

A variável DC apresentou um comportamento quadrático quando avaliada em todos os métodos de manejo hídrico (FIGURA 16). O maior DC sem a utilização

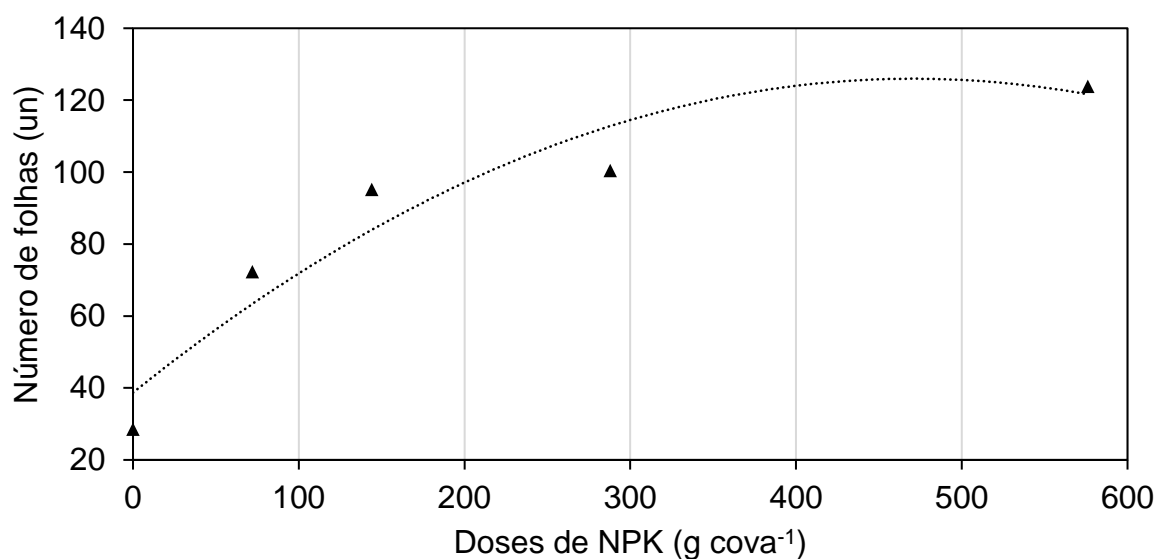
de hidretores foi de 10 mm, obtido com a dose de 333,75 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08, com a utilização de hidretores foi de 16 mm, obtido com a dose de 558,33 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08 e com a utilização de irrigação de 17 mm, foi obtido com a dose de 447,50 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08.



●	Sem hidretores	■	Com hidretores
▲	Com irrigação	—	Polinomial (Sem hidretores)
----	Polinomial (Com hidretores)	Polinomial (Com irrigação)
S.H.	$-4E^{-5}x^2 + 0,0267x + 6,2427$	$R^2 = 0,3856$	(19)
C.H.	$-3E^{-5}x^2 + 0,0323x + 7,1077$	$R^2 = 0,8939$	(20)
C.I.	$-6E^{-5}x^2 + 0,0537x + 5,3751$	$R^2 = 0,9410$	(21)

FIGURA 16. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidretores (S.H), com a aplicação de hidretores (C.H) e com a utilização de irrigação por gotejamento (C.I) no diâmetro do caule de plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

A variável NF apresentou um comportamento quadrático sem interação com os métodos de manejo hídrico empregados (FIGURA 17). O maior NF 124, foi obtido com a dose de 463,50 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08.



▲ Número de folhas Polinomial (Número de folhas)
 NF $-0,0004x^2 + 0,3708x + 38,692$ $R^2 = 0,9100$ (22)

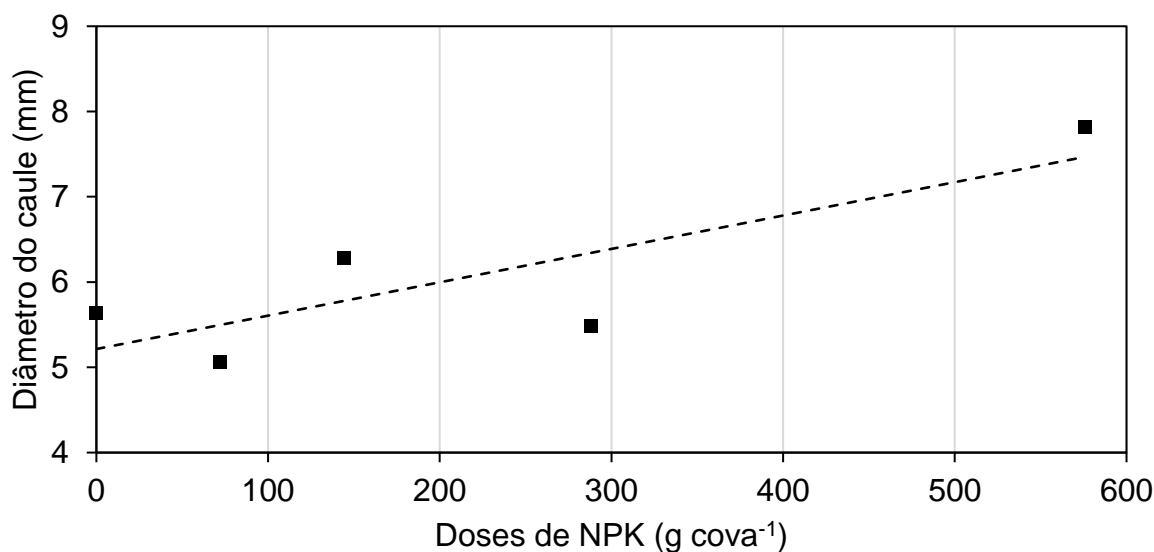
FIGURA 17. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre o número de folhas (NF) de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

Estudando o desenvolvimento inicial e fenologia em núcleos de restauração, Silva (2019) identificou que *S. terebinthifolius* demonstrou o melhor desempenho, e demonstrou a importância da espécie em projetos de restauração ecológica em áreas de degradação onde a espécie é nativa.

1.3.2.2.2. Cajá Mirim (*S. mombin*)

Para as plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) o fator adubação foi significativo na variável DC e houve interação entre o método de manejo hídrico e a adubação na variável NF (APÊNDICE 4).

A variável diâmetro do caule DC apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação com NPK na cova quando avaliada dentro do manejo hídrico com aplicação do hidretentor (FIGURA 18).



■ Diâmetro do caule - - - - Linear (Diâmetro do caule)
 DC $0,0039x + 5,2144$ $R^2 = 0,6816$ (23)
 FIGURA 18. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre o diâmetro do caule (DC) de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

A espécie *S. mombin* é classificada no grupo ecológico das secundárias e possui característica de ser sensíveis às condições de fertilidade do solo (LORENZI, 1998). Em uma área com baixa fertilidade, as espécies que demandam maior fertilidade do solo, como o *S. mombin*, tendem a apresentar melhores resultados com a realização da adubação no ato do plantio. Em consequência, a alta capacidade de lixiviação do solo arenoso da área (TABELA 1) fazem com que mesmo doses mais altas que não apresentam resultados satisfatórios em outros solos, sejam efetivamente positivas para o desenvolvimento da planta.

Na variável número de folhas, nos três métodos de manejo hídrico (TABELA 9), observa-se diferença significativa apenas nas doses de 576 g cova⁻¹. A maior média, de 16 mm, foi observada para o manejo hídrico com aplicação de hidroretentor.

O solo arenoso (TABELA 1) tende a sofrer muito com episódios de lixiviação (WERLE et al., 2008) pela própria ação da precipitação natural (FIGURA 4). A irrigação contínua, mesmo que estabelecida dentro de uma rotina de manejo, pode afetar a disponibilidade nutricional do solo por provocar lixiviação dos nutrientes.

gotejamento (C.I) no número de folhas (NF) de plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

1.3.2.2.3. Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*)

Para as plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) o fator manejo hídrico e fator adubação foram significativos para as variáveis AP DC e NF. Não houve interação entre os fatores para nenhuma das variáveis analisadas (APÊNDICE 4).

Dentre as médias observadas nos três métodos de manejo hídrico para as variáveis AP, DC e NF o método de manejo hídrico sem o uso de hidretentor apresentou a menor média em todas as variáveis (TABELA 10).

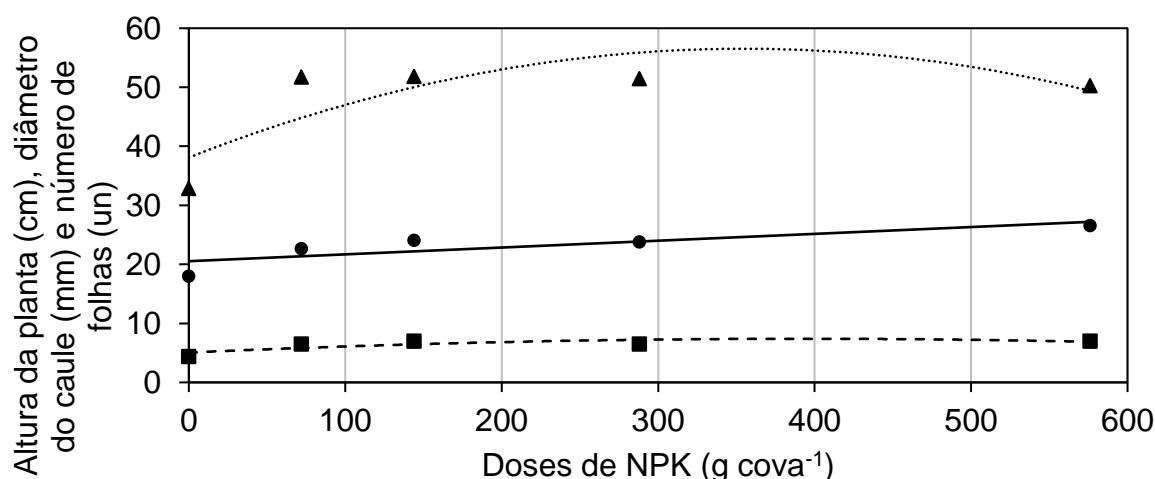
TABELA 10. Altura de planta (AP) média, diâmetro do caule (DC) médio e número de folhas (NF) médio em plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) quando cultivadas sem aplicação de hidretentor, com a aplicação de hidretentor e com o uso de irrigação por gotejamento na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

Variável	Goiaba do Ipiranga (<i>P. cattleianum</i>)		
	Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
Altura da planta (cm)	20,93 b	24,33 a	23,83 ab
Diâmetro do caule (mm)	5,26 b	6,60 a	6,99 a
Número de folhas (un)	38,75 b	53,84 a	50,31 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Buzzeto et al. (2002) avaliando mudas de *Eucalyptus urophylla*, observou a eficiência do uso do hidretentor no fornecimento de água pós-plantio. O polímero aumentou a retenção de água, disponibilizando-a de maneira gradativa às plantas.

A variável AP apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação com NPK na cova onde que a maior altura 30,09 cm, foi obtida com a dose de 576 g. cova⁻¹. As variáveis DC e NF apresentaram comportamento quadrático, com valores máximos, respectivamente, de 6,82 mm obtido com a dose de 297,00 g. cova⁻¹ e de 65 folhas obtido com a dose de 519,00 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08 (FIGURA 20).



●	Altura da planta	■	Diâmetro do caule
▲	Número de folhas	—	Linear (Altura da planta)
----	Polinomial (Diâmetro do caule)	Polinomial (Número de folhas)
AP	$0,0116x + 20,533$	$R^2 = 0,6997$	(25)
DC	$-0,00002x^2 + 0,0119x + 5,0534$	$R^2 = 0,6348$	(26)
NF	$-0,0001x^2 + 0,1038x + 38,095$	$R^2 = 0,6387$	(27)

FIGURA 20. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre a altura da planta (AP), DC e número de folhas (NF) de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

O comportamento de crescimento identificado em que há um ponto de otimização da adubação, corrobora com os dados obtidos por Bonifácio et al. (2018) estudando o efeito da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de goiabeira.

1.3.2.2.4. Ingá Mirim (*I. laurina*)

Para as plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) apenas o manejo hídrico foi significativo na variável DC (APÊNDICE 4). O tratamento sem a utilização de hidretentor apresentou o menor valor de DC (TABELA 11).

TABELA 11. diâmetro do caule médio (DC) em plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) quando cultivadas sem aplicação de hidretentor, com a aplicação de hidretentor e com o uso de irrigação por gotejamento na área de empréstimo de areia 180 dias.

Diâmetro do caule (mm)		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
7,51 b	9,58 a	10,10 a

As médias seguidas das mesmas letras na não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Moraes et al. (2013), cita que a espécie *I. laurina* pertence ao grupo ecológico das pioneiras, plantas que possuem rápido crescimento quando encontram ambientes favoráveis.

1.3.2.2.5. Murta de Restinga (*M. guianensis*)

Para as plantas de Murta de Restinga (*M. guianensis*) o fator manejo hídrico foi significativo para a variável AP, DC e NF (APÊNDICE 4). O fator adubação foi significativo para as variáveis DC e NF (TABELA 12).

Nos três métodos de manejo hídrico avaliados, as maiores alturas de plantas (AP) e diâmetros de caule (DC) foram obtidas com o uso de irrigação e com a aplicação do hidroretentor. O maior NF ocorreu com o uso da irrigação por gotejamento (TABELA 12).

TABELA 12. Altura de planta (AP) média, diâmetro do caule (DC) médio e número de folhas (NF) médio de plantas de Murta de Restinga (*M. guianensis*) quando cultivadas sem aplicação de hidroretentor, com a aplicação de hidroretentor e com o uso de irrigação por gotejamento na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

Variável	Murta de Restinga (<i>M. guianensis</i>)		
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor	Com irrigação
Altura da planta (cm)	24,38 b	28,95 a	30,97 a
Diâmetro do caule (mm)	7,51 b	9,58 a	10,10 a
Número de folhas (un)	14,16 c	22,72 b	29,64 a

As médias seguidas das mesmas letras na não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A variável DC apresentou um comportamento quadrático. O maior diâmetro do caule 6,34 mm foi obtido com a dose de 416 g. cova⁻¹ do fertilizante NPK 04-14-08. A variável NF apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação com NPK na cova (FIGURA 21).

1.4. Conclusões

Na área experimental da área de empréstimo de argila, o índice de sobrevivência foi influenciado apenas pelo fator adubação de cova. As plantas de Cajá Mirim, Ingá Mirim e Murta de Restinga, apresentaram os maiores índices de sobrevivência nas doses de adubação de cova de 138 g.cova⁻¹, 21 g.cova⁻¹ e 170,5 g.cova⁻¹, respectivamente. As plantas de Aroeira e Goiaba do Ipiranga não apresentaram efeitos significativos dos fatores testados em sua sobrevivência e apresentaram índices de sobrevivência de 98 % e 92%, respectivamente.

Para o crescimento das plantas na área experimental da área de empréstimo de argila, as plantas de Aroeira, Cajá Mirim e Goiaba do Ipiranga, sofreram efeito significativo apenas da adubação de cova. Os maiores índices de crescimento foram encontrados nas doses de 364 g.cova⁻¹, 293 g.cova⁻¹ e 576 g.cova⁻¹, respectivamente. As plantas de Ingá Mirim apresentaram efeito da adubação de cova para a altura de plantas e diâmetro do caule, cujos melhores índices foram encontrados nas doses de 74 g.cova⁻¹ e 55 g.cova⁻¹. Para a variável número de folhas houve interação entre os fatores que compunham os tratamentos. O maior número de folhas foi encontrado no tratamento com a presença do hidroretentor na dose de 264 g. cova⁻¹. As plantas de Murta de Restinga não sofreram interação entre os fatores dos tratamentos e apresentaram maior crescimento com a presença do hidroretentor. A maior altura de planta foi obtida com a dose de 576 g.cova⁻¹.

Na área experimental da área de empréstimo de areia, as espécies avaliadas apresentaram comportamentos distintos em relação aos fatores estudados. As plantas de Aroeira tiveram sua sobrevivência influenciada pela interação dos dois fatores. A diferença entre os métodos de manejo hídrico ocorreu apenas na dose de adubação de cova de 576 g.cova⁻¹, onde o melhor método de manejo foi o uso da irrigação por gotejamento e esse proporcionou 100% de sobrevivência. Todas as doses de adubação de cova avaliadas proporcionaram 100% de sobrevivência quando se utilizou a irrigação por gotejamento. Com o uso do hidroretentor, a dose de 236 g.cova⁻¹ proporcionou 100% de sobrevivência. No

tratamento sem hidrotentor a maior sobrevivência foi de 97% obtida com a dose de adubação de cova de 41,75 g.cova⁻¹.

As plantas de Cajá Mirim tiveram sua sobrevivência influenciada pela interação dos dois fatores. A diferença entre os métodos de manejo hídrico ocorreu nas doses de adubação de cova de 0 g.cova⁻¹, o maior índice de sobrevivência (100%) foi encontrado com a utilização do hidrotentor. Na dose de 576 g.cova⁻¹, o melhor método de manejo foi o uso da irrigação por gotejamento e esse proporcionou 89% de sobrevivência e não diferiu estatisticamente do ambiente sem utilização de hidrotentor. Sem o uso do hidrotentor, as doses de adubação não diferiram entre si e a média de sobrevivência foi de 55%. Com o uso do hidrotentor, a maior taxa de sobrevivência (92%) na dose de 0 g.cova⁻¹. Com a utilização da irrigação por gotejamento, as doses de adubação não diferiram entre si e a média de sobrevivência foi e de 71%. Todas as doses de adubação de cova avaliadas proporcionaram 100% de sobrevivência quando se utilizou a irrigação por gotejamento.

As plantas de Goiaba do Ipiranga tiveram efeito apenas do fator manejo hídrico. O maior índice de sobrevivência (100%) foi obtido com o uso do hidrotentor e com o uso da irrigação por gotejamento.

As plantas de Ingá Mirim tiveram efeito independente dos fatores estudados. Como método de manejo hídrico, a irrigação por gotejamento, proporcionou o melhor resultado (95%) para a sobrevivência das plantas e esse não diferiu do resultado obtido (86%) com o uso do hidrotentor. Para o fator dose de adubação de cova a maior sobrevivência (98%) foi obtida com a dose de 0 g.cova⁻¹.

As plantas de Murta de Restinga tiveram efeito significativo apenas do fator ablação de cova. O maior índice de sobrevivência (97%) obtida com a dose de 0 g.cova⁻¹.

O crescimento das plantas de Aroeira sofreu interação entre os fatores estudados para as variáveis AP e DC. Em relação ao manejo hídrico os melhores

resultados foram obtidos com o uso do hidretentor e com a irrigação por gotejamento. A maior AP (88 cm) foi obtida com a dose de adubação de cova de 576 g.cova⁻¹ em conjunto com o hidretentor. O maior DC foi obtido com a dose de adubação de cova de 447 g.cova⁻¹ em conjunto com a irrigação por gotejamento. O NF sofreu efeito apenas no fator adubação. O maior NF (124) foi obtido com a dose de adubação de cova de 463 g.cova⁻¹.

As plantas de Cajá Mirim tiveram efeito do fator adubação de cova sobre o DC, onde que o maior DC (7,46 mm) foi obtido com a dose de 576 g.cova⁻¹. O NF sofreu efeito da interação dos fatores estudados. O maior NF (15) foi obtido com a utilização do hidretentor e com a dose de adubação de 576 g.cova⁻¹.

As plantas de Goiaba do Ipiranga tiveram efeito independente dos fatores avaliados. O melhor método de manejo hídrico foi o uso do hidretentor e da irrigação por gotejamento. Os maiores valões de AP (30 cm), DC (6,82 mm) e NF (65) foram obtidos com as doses 576 g.cova⁻¹, 297 g.cova⁻¹ e g.cova⁻¹, respectivamente.

O Ingá Mirim teve seu crescimento afetado apenas pelo manejo hídrico, onde os maiores DC foram obtidos com o uso do hidretentor e com a irrigação por gotejamento.

As plantas de Murta de Restinga tiveram os melhores resultados para o crescimento nos manejos hídricos com a utilização de hidretentor e com o uso da irrigação por gotejamento. Os maiores valores de DC (6,34 mm) e NF (30) foram obtidos com as doses de 416 g.cova⁻¹ e 576 g.cova⁻¹, respectivamente.

Referências

ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ, L. E.. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 47-54, 2005.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BERNARDINO, L. T., BONOMO, R. **Efeito da irrigação na produção e estabelecimento de mudas de eucalipto**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Belo Horizonte, 2015.

BEUTLER, A. N., CENTURION, J. F., SOUZA, Z. M., ANDRIOLI, I., & ROQUE, C. G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, p. 829-834, 2002.

BONIFÁCIO, B. F., NOBRE, R. G., SOUSA, A. D. S., GOMES, E. M., SILVA, E. M. D., & SOUSA, L. D. P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 101-110, 2018.

BRASIL, LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 13 de fevereiro de 2020.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de um polímero adsorvente a base de acrilamida no fornecimento de água em mudas de Eucalyptus Urophylla em pós-plantio. **Piracicaba: IPEF**, 2002.

CASAGRANDE JR, J. G., VOLTOLINI, J. A., HOFFMANN, A., & FACHINELLO, J. C. Efeito de materiais orgânicos no crescimento de mudas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas**, v. 2, n. 3, p. 187-191, 1996.

CASARIN, R. D.. **Controle de erosão em estradas rurais não pavimentadas, utilizando sistema de terraçamento com gradiente associado a bacias de captação**. 2008.

CAVALCANTE, A. C. P., CAVALCANTE, L. F., BERTINO, A. M. P. B., CAVALCANTE, A. G., LIMA NETO, A. J. D., & FERREIRA, N. M. Adubação com potássio e cálcio na nutrição e produção de goiabeira 'Paluma'. 2019.

CHIAMOLERA, L. De B.i; ANGELO, A. C. Resposta de Espécies Nativas em Áreas com Diferentes Graus de Sucessão, Reservatório Irai, PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 132-134, 2007.

COSTA MENDES DA, W., JÚNIOR, J. A., DA CUNHA, P. C. R., DA SILVA, A. R., EVANGELISTA, A. W. P., & Casaroli, D. Lixiviação de nitrato em função de lâminas de irrigação em solos argiloso e arenoso. **Irriga**, v. 1, n. 2, p. 47-56, 2015.

DIAS, L.E. & GRIFFITH J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, E.L. & MELLO, J.W.V., eds. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.1-7.

FERREIRA, D. F.. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, J. M., COUTO, L., LEITE, H. G., XAVIER, A., & GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 21-29, 2015.

KNAPIK, P.; MARANHO, L. T. Avaliação da revegetação em área de mineração, região de inundação do rio Iguaçu, Araucária, PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 507-509, 2007.

LORENTE, F. L. Caracterização paleoambiental de depósitos quaternários da costa norte do estado do Espírito Santo (ES-Brasil): uma abordagem interdisciplinar. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa. **SP Plantarum**, 1998.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARTINEZ, H. E. P., MENEZES, J. F. S., SOUZA, R. B. D., ALVAREZ VENEGAS, V. H., & GUIMARÃES, P. T. G. Faixas críticas de concentrações de

nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 38, n. 6, p. 703-713, 2003.

MEXAL, J. L.; LANDS, T. D. *Target seedling concepts: height and diameter*. In: *TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM- 200*, 1990, Roseburg. **Proceedings**. Fort Collins: USDA, Forest Service, p. 17-35. 1990.

MORAES, L. F. D. DE, ASSUMPÇÃO, J. M., PEREIRA, T. S., & LUCHIARI, C. Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro. **Embrapa Agrobiologia-Livro científico (ALICE)**, 2012.

OLIVEIRA, M. C., PASSOS, F. B., RIBEIRO, J. F., AQUINO, F. G., OLIVEIRA, F. F., & SOUSA, S. R. Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 1, 2015.

OLIVEIRA, L. S.; BONA, C.; SANTOS, G. O.; KOEHLER, H. S. Crescimento de *Schinus terebinthifolius raddi* (anacardiaceae) em solo contaminado com petróleo. **Acta ambiental catarinense**, v.5, n.1, 2008.

POWERS, J. S., HAGGAR, J. P., & FISHER, R. F. *The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness on 7-year-old plantations in Costa Rica*. **Forest Ecology and Management**, v. 99, v. 1/2, p. 21-42, dec. 1997.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, 2012.

PREZOTTI, L. C., OLIVEIRA, J., GOMES, J., & DADALTO, G. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação. 2013.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. **Embrapa Territorial-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2010.

SCHEER, M. B., CARNEIRO, C., BRESSAN, O. A., & DOS SANTOS, K. G. Crescimento inicial de quatro espécies florestais nativas em área degradada com diferentes níveis de calagem e de adubação. **Floresta**, v. 47, n. 3, 2017.

SILVA A. A.; NOGUEIRA, D. W. R.; SILVA, K. R.; SANTOS, F. H. S.; LOPES, V. M. Teor de nutrientes e crescimento de mudas de ipê-branco na fase

inicial em solução nutritiva. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n.2, p.44-56, 2017.

SILVA, M. P. K. L. DE, ROVEDDER, A. P. M., HUMMEL, R. B., PIAIA, B. B., TOSO, L. D., FELKER, R. M., ... & MATIELLO, J. Desenvolvimento inicial e fenologia em núcleos de restauração no bioma Mata Atlântica, Sul do Brasil1. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 14, n. 1, p. 5612, 2019.

SILVA, R. F. D., SAIDELLES, F. L. F., SILVA, A. S. D., & BOLZAN, J. S. Influência da contaminação do solo por cobre no crescimento e qualidade de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. & Zucc.) e Aroeira-vermelha (*Schinus therebinthifolius* Raddi). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 111-118, 2011.

SOUSA, F. F. DE, VENTURIN, N., CARLOS, L., MACEDO, R. L. G., & LIMA, F. S. Efeito de doses de nitrogênio sobre o crescimento inicial e sobrevivência de mudas de baru em campo. **Xi Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**. 2014

STAMFORD, N. P., STAMFORD, T. L., ANDRADE, D. E. G. T., & MICHEREFF, S. J. Microbiota dos solos tropicais. **MICHEREFF, SJ; ABDRADE, DEGT; MENEZES, M. Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais. Recife: UFRPE**, p. 61-92, 2005.

WERLE, RODRIGO; GARCIA, RODRIGO ARROYO; ROSOLEM, CIRO ANTONIO. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008.

XAVIER, T. M. T; PEZZOPANE, J. E. M.; PENCHEL, R. M.; CALDEIRA; M. V. W; KLIPPEL; V. H; TOLEDO, J. V.; SILVA, M. R. Crescimento do eucalipto sob diferentes níveis de déficit hídrico. In: **Congresso Brasileiro De Fisiologia**, Búzios-RJ, 2011.

Apêndice

APÊNDICE 1. Resumo da análise de variância do índice de sobrevivência das cinco espécies introduzidas na área experimental de Extração de argila.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		S. <i>terebinthifolius</i>	S. <i>mombin</i>	P. <i>cattleianum</i>	I. <i>laurina</i>	M. <i>guianensis</i>
Bloco	2	0,0111 ^{ns}	0,0777 ^{ns}	0,1444 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,0111 ^{ns}
Manejo hídrico	1	0,0444 ^{ns}	0,5444 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,0111 ^{ns}	0,0444 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0111	0,0777	0,0777	0,0777	0,0777
Adubação	4	0,0444 ^{ns}	0,2897*	0,0722 ^{ns}	0,1666*	0,1777*
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0444 ^{ns}	0,1582 ^{ns}	0,0388 ^{ns}	0,0666 ^{ns}	0,0444 ^{ns}
Resíduo b	76	0,0198	0,0922	0,0730	0,0473	0,0356
CV % (Manejo hídrico)		10,78	31,77	30,24	29,53	29,19
CV % (Adubação)		14,42	34,60	29,32	23,04	19,77
Média geral		97,77	87,77	92,22	94,44	95,55

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.

APÊNDICE 2. Resumo da análise de variância das variáveis: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF), para plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) na área de empréstimo de argila 180 dias após o plantio.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		AP	DC	NF			
<i>S. terebinthifolius</i>	Bloco	2	309,4929	3,9003	2776,6094		
	Manejo hídrico	1	9,8155 ^{ns}	20,9501 ^{ns}	15587,9048 ^{ns}		
	Resíduo a	2	105,7645	4,8351	1294,0470		
	Adubação	4	1000,2017**	43,3833**	8173,6177**		
	Manejo hídrico *Adubação	4	9,0894 ^{ns}	3,8192 ^{ns}	2905,3184 ^{ns}		
	Resíduo b	16	75,6010	4,8519	2043,5842		
	CV % (Manejo hídrico)		14,92	15,16	26,58		
	CV % (Adubação)		12,61	15,18	33,40		
Média geral		68,93	135,36	14,50			
<i>S. mombin</i>	Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
			AP	DC	NF		
			Bloco	2	126,5922	2,2739	50,5333
			Manejo hídrico	1	679,3472 ^{ns}	35,0784 ^{ns}	104,5333 ^{ns}
			Resíduo a	2	133,9995	3,4792	46,3448
			Adubação	4	117,1670 ^{ns}	9,5248**	74,4751 ^{ns}
			Manejo hídrico *Adubação	4	88,7689 ^{ns}	3,3920 ^{ns}	27,0136 ^{ns}
			Resíduo b	16	79,1410	1,9502	28,7273
CV % (Manejo hídrico)		31,18	21,49	48,98			
CV % (Adubação)		23,96	16,09	38,56			
Média geral		37,12	8,68	13,90			

APÊNDICE 2. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		AP	DC	NF	
<i>P. cattleianum</i>	Bloco	2	15,6744	0,5086	60,8897
	Manejo hídrico	1	47,1002 ^{ns}	0,0346 ^{ns}	59,6430 ^{ns}
	Resíduo a	2	16,7254	1,4419	91,2299
	Adubação	4	45,5025 ^{**}	1,4178 ^{ns}	722,6901 ^{**}
	Manejo hídrico *Adubação	4	20,5838 ^{ns}	1,9149 ^{ns}	17,7706 ^{ns}
	Resíduo b	16	15,0278	0,8285	124,6255
	CV % (Manejo hídrico)		19,17	21,17	22,84
	CV % (Adubação)		18,17	16,05	26,70
	Média geral		21,33	5,67	41,81
<i>I. laurina</i>	Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
			AP	DC	NF
	Bloco	2	28,8060	5,4597	1,9000
	Manejo hídrico	1	37,9687 ^{ns}	3,2868 ^{ns}	7,8438 ^{ns}
	Resíduo a	2	40,5918	0,6947	3,6018
	Adubação	4	425,6485 ^{**}	35,2336 ^{**}	1211,8783 ^{**}
	Manejo hídrico *Adubação	4	42,2596 ^{ns}	1,7295 ^{ns}	203,8512 [*]
	Resíduo b	16	31,7695	2,1564	63,8263
	CV % (Manejo hídrico)		11,04	7,56	5,07
CV % (Adubação)		9,77	13,32	21,32	
Média geral		57,69	11,02	37,46	
<i>M. guianensis</i>	Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
			AP	DC	NF
	Bloco	2	10,0604	0,7056	22,9757
	Manejo hídrico	1	7,0180 ^{**}	6,7687 ^{ns}	296,7307 ^{ns}
	Resíduo a	2	0,0528	0,6301	28,4124
	Adubação	4	85,8101 ^{**}	1,0176 ^{ns}	92,3722 [*]
	Manejo hídrico *Adubação	4	23,9280 ^{ns}	0,6120 ^{ns}	34,8015 ^{ns}
	Resíduo b	16	8,9052	0,4737	25,9081
	CV % (Manejo hídrico)		0,68	11,34	19,75
CV % (Adubação)		8,77	9,83	18,86	
Média geral		34,03	6,99	26,98	

^{ns}Não significativo. ^{*}Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. ^{**}Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.

APÊNDICE 3. Resumo da análise de variância do índice de sobrevivência das cinco espécies introduzidas na área experimental de Extração de areia.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		<i>S. terebinthifolius</i>	<i>S. mombin</i>	<i>P. cattleianum</i>	<i>I. laurina</i>	<i>M. guianensis</i>
Bloco	2	0,1555 ^{ns}	0,1185 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	0,0962 ^{ns}
Manejo hídrico	2	0,2666 ^{ns}	0,3629 ^{ns}	0,1185*	1,3407*	0,3851 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0555	0,2407	0,0074	0,1518	0,1185
Adubação	4	0,3814**	0,2209 ^{ns}	0,0444 ^{ns}	0,7164**	0,3407**
Manejo hídrico *Adubação	8	0,1370*	0,5565**	0,0444 ^{ns}	0,1357 ^{ns}	0,1074 ^{ns}
Resíduo b	114	0,0635	0,2023	0,0269	0,1150	0,0916
CV % (Manejo hídrico)		25,87	74,42	8,87	47,82	39,06
CV % (Adubação)		27,67	68,23	16,90	41,63	34,34
Média geral		91,11	65,92	97,03	81,48	88,14

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.

APÊNDICE 4. Resumo da análise de variância das variáveis : altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) para plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) na área de empréstimo de areia 180 dias após o plantio.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		AP	DC	NF			
<i>S. terebinthifolius</i>	Bloco	2	120,1993	5,0945	269,6006		
	Manejo hídrico	2	566,6032 ^{ns}	40,8847 ^{ns}	2572,8969 ^{ns}		
	Resíduo a	4	194,5118	8,6951	845,5756		
	Adubação	4	1682,0814**	92,6794**	11678,9135**		
	Manejo hídrico *Adubação	8	267,6268*	12,0978*	473,8274 ^{ns}		
	Resíduo b	24	109,1254	3,6754	636,2390		
	CV % (Manejo hídrico)		24,84	28,62	34,59		
CV % (Adubação)		18,60	18,61	30,00			
Média geral		56,15	10,30	84,07			
<i>S. mombin</i>	Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
			AP	DC	NF		
			Bloco	2	35,3524	0,2950	13,8746
			Manejo hídrico	2	11,0858 ^{ns}	0,6176 ^{ns}	18,1746 ^{ns}
			Resíduo a	4	128,8709	2,2600	4,4533
			Adubação	4	223,5268 ^{ns}	10,4841*	38,4592**
			Manejo hídrico *Adubação	8	140,8689 ^{ns}	1,3716 ^{ns}	22,8166*
Resíduo b	24	88,2614	1,4283	8,4966			
CV % (Manejo hídrico)		40,07	24,81	29,80			
CV % (Adubação)		33,16	19,72	41,16			
Média geral		28,32	6,05	7,08			

APÊNDICE 4. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		AP	DC	NF	
<i>P. cattleianum</i>	Bloco	2	37,6962	4,9701	92,2043
	Manejo hídrico	2	50,5500*	12,3902*	934,2246*
	Resíduo a	4	5,4240	0,8019	63,4395
	Adubação	4	89,3200**	10,5999**	618,3743**
	Manejo hídrico *Adubação	8	13,6047 ^{ns}	1,4686 ^{ns}	79,5271 ^{ns}
	Resíduo b	24	10,9469	0,9206	87,8526
	CV % (Manejo hídrico)		10,11	14,24	16,72
	CV % (Adubação)		14,36	15,26	19,68
	Média geral		23,03	6,28	47,63
	<i>I. laurina</i>	Bloco	2	131,5680	4,4625
Manejo hídrico		2	509,2310 ^{ns}	28,2424**	1092,0450 ^{ns}
Resíduo a		4	88,7240	1,4255	165,6200
Adubação		4	124,7506 ^{ns}	4,5413 ^{ns}	49,4777 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação		8	133,3355 ^{ns}	2,0441 ^{ns}	93,8814 ^{ns}
Resíduo b		24	112,4093	2,5721	98,4742
CV % (Manejo hídrico)			15,41	13,17	58,96
CV % (Adubação)			17,35	17,69	45,47
Média geral			61,11	9,06	21,82
<i>M. guianensis</i>		Bloco	2	25,9390	0,2185
	Manejo hídrico	2	170,5586**	14,3927**	901,6907**
	Resíduo a	4	6,3938	0,5436	12,0351
	Adubação	4	26,8696 ^{ns}	3,5967**	286,6953**
	Manejo hídrico *Adubação	8	42,7499 ^{ns}	0,9037 ^{ns}	78,2671 ^{ns}
	Resíduo b	24	22,2788	0,5613	39,6737
	CV % (Manejo hídrico)		9,00	13,08	15,64
	CV % (Adubação)		16,79	13,30	28,40
	Média geral		28,10	5,63	22,17

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.



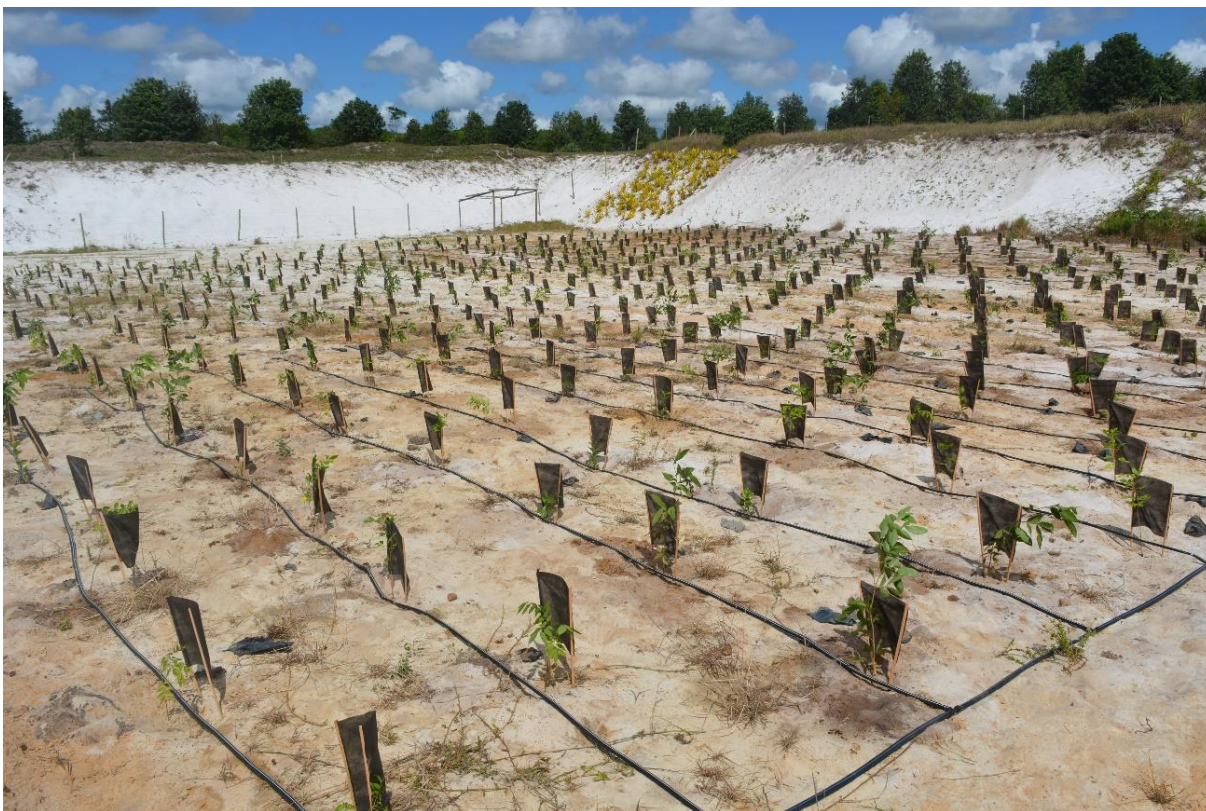
APÊNDICE 5. Limpeza da área experimental de Extração de areia.



APÊNDICE 6. Marcação e coveamento experimental de Extração de areia.



APÊNDICE 7. Instalação do sistema de irrigação.



APÊNDICE 8. Plantio e cobertura das mudas na área experimental de extração de areia.



APÊNDICE 9. 1º mês de condução do experimento em extração de areia.



APÊNDICE 10. Área após a realização da capina manual.



APÊNDICE 11. Avaliação de desenvolvimento. (A) medição da altura das plantas e (B) medição do diâmetro do caule.



APÊNDICE 12. 8º mês após o plantio.



APÊNDICE 13. Espécimes implantados na área. (A) Aroeira (*S. terebinthifolius*), (B) Cajá Mirim (*S. mombin*), (C) Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), (D) Ingá Mirim (*I. laurina*), e (E) Murta de Restinga (*M. guianensis*).



APÊNDICE 14. limpeza da área experimental de Extração de argila.



APÊNDICE 15. Área experimental de Extração de argila após o coveamento.



APÊNDICE 16. Aplicação do hidrotentor e plantio, na área experimental de extração de argila.



APÊNDICE 17. Cobertura das mudas na área de empréstimo de argila.



APÊNDICE 18. 30 dias após o plantio na área experimental de Extração de argila.



APÊNDICE 19. Retirada dos cobertores solares da área experimental de Extração de argila.



APÊNDICE 20. 2º mês após o plantio na área experimental de Extração de argila.



APÊNDICE 21. 3º mês após o plantio da área experimental de Extração de argila.



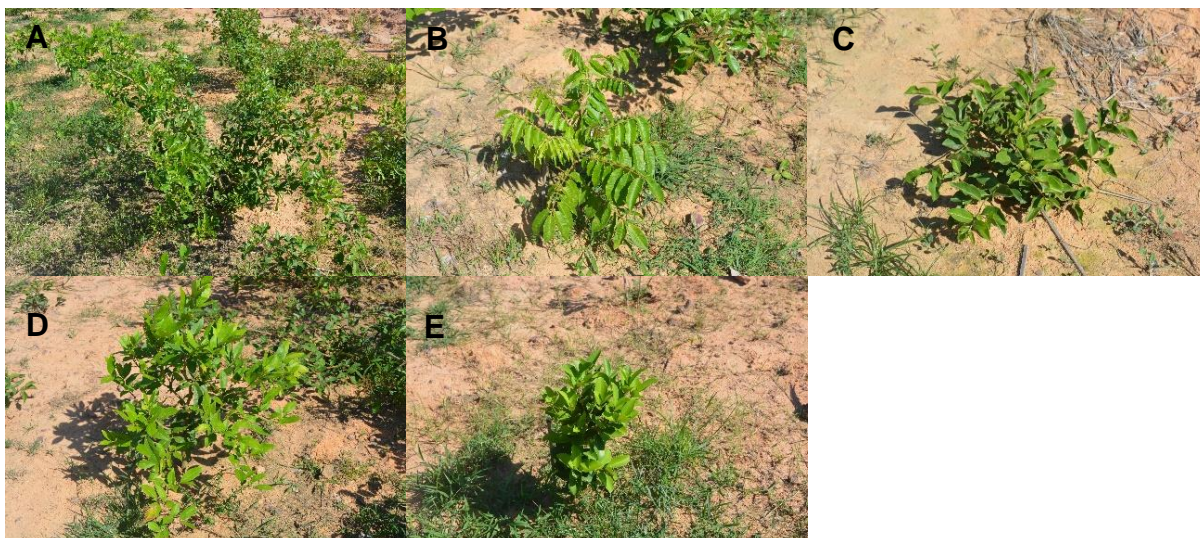
APÊNDICE 22. 6º mês após o plantio na área experimental de extração de argila.



APÊNDICE 23. Avaliação de desenvolvimento. (A) medição da altura das plantas e (B) medição do diâmetro do caule.



APÊNDICE 24. Área experimental de Extração de argila 8 meses após o plantio.



APÊNDICE 25. Espécimes implantados na área. (A) Aroeira (*S. terebinthifolius*), (B) Cajá Mirim (*S. mombin*), (C) Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), (D) Ingá Mirim (*I. laurina*), e (E) Murta de Restinga (*M. guianensis*).

2. MORFOFISIOLOGIA DE PLANTAS UTILIZADAS NA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS REMANESCENTES DE EXTRAÇÃO DE AREIA E ARGILA.

Resumo

As características morfofisiológicas das plantas respondem diretamente as condições ambientais em que as mesmas se encontram. Essas podem ser utilizadas como indicadores do estabelecimento e desempenho de plantas em uma área de revegetação. A fotossíntese é o evento fisiológico mais importante para um vegetal e dele depende todos os processos biológicos. Este trabalho tem como objetivo estudar o efeito do manejo hídrico e nutricional nas condições morfofisiológicas de plantas utilizadas na revegetação de áreas remanescentes de extração de areia e argila em ambiente tropical. O experimento foi desenvolvido em uma área de empréstimo de areia e em outra de extração de argila. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdivididas, sendo empregados métodos de manejo hídrico na parcela e nas subparcelas os tratamentos foram cinco doses de adubação do fertilizante formulado NPK 04-14-08, as dosagens foram: 0,000 kg, 0,072 kg, 0,144 kg, 0,288 kg e 0,576 kg por covas no pré-transplântio das mudas. Nas duas áreas foram utilizadas cinco

espécies diferentes de plantas nativas, *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Psidium cattleianum*, *Inga laurina* e *Mouriri guianensis*. O manejo hídrico e o nutricional tiveram efeitos sobre as características morfofisiológicas de forma diferenciada em cada uma das espécies de plantas avaliadas nos dois ambientes do experimento. Na área da área de empréstimo de argila as espécies, *S. terebinthifolius*, *S. mombin*, *P. cattleianum* e *M. guianensis*, apresentaram melhor desempenho fotoquímico na avaliação da fluorescência da clorofila *a* em resposta aos tratamentos empregados, já a espécie *I. laurina* não apresentou respostas significativas. Em relação aos atributos foliares, as plantas de *S. terebinthifolius*, *S. mombin* e *P. cattleianum* tiveram efeito significativos dos tratamentos empregados. As plantas de *I. laurina* e *M. guianensis* não apresentaram diferenças significativas nos atributos foliares. Na área experimental da área de empréstimo de areia as espécies *I. laurina* e *M. guianensis*, não apresentaram interações entre os fatores testados. As demais espécies, *S. terebinthifolius*, *S. mombin*, *P. cattleianum* apresentaram interação entre os fatores testados e respostas significativas dos tratamentos. Todas as plantas avaliadas, *S. terebinthifolius*, *S. mombin*, *P. cattleianum*, *I. laurina* e *M. guianensis* tiveram efeito dos tratamentos empregados sobre os atributos foliares.

Abstract

*The morphophysiological characteristics of plants respond directly to the environmental conditions in which they are found. These can be used as indicators of plant establishment and performance in a revegetation area. Photosynthesis is the most important physiological event for a plant and all biological processes depend on it. This work aims to study the effect of water and nutritional management on the morphophysiological conditions of plants used in the revegetation of remaining areas of sand and clay extraction in a tropical environment. The experiment was carried out in a sand loan area and in a clay extraction area. The experimental design adopted was in randomized blocks with three replications in a split plot scheme, using water management methods in the plot and in the subplots the treatments were five fertilization doses of the formulated fertilizer NPK 04-14-08, the dosages were: 0.000 kg, 0.072 kg, 0.144 kg, 0.288 kg and 0.576 kg per pits in the pre-transplant of seedlings. In the two areas, five different species of native plants were used, *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Psidium cattleianum*, *Inga laurina* and *Mouriri guianensis*. Water and nutritional management had different effects on morphophysiological characteristics in each of the plant species evaluated in the two environments of the experiment. In the area of the clay loan area, the species, *S. terebinthifolius*, *S. mombin*, *P. cattleianum* and *M. guianensis*, showed better photochemical performance in the evaluation of chlorophyll a fluorescence in response to the treatments employed, the species *I. laurina* did not provide significant answers. In relation to leaf attributes, the plants of *S. terebinthifolius*, *S. mombin* and *P. cattleianum* had a significant effect on the treatments used. The plants of *I. laurina* and *M. guianensis* did not show significant differences in leaf attributes. In the experimental area of the sand loan area, the species *I. laurina* and *M. guianensis*, did not present interactions between the factors tested. The other species, *S. terebinthifolius*, *S. mombin*, *P. cattleianum* showed interaction between the tested factors and significant responses of treatments. All evaluated plants, *S. terebinthifolius*, *S. mombin*, *P. cattleianum*, *I. laurina* and *M. guianensis* had an effect of the treatments used on leaf attributes.*

2.1. Introdução

Os processos de degradação ambiental atingem diferentes ambientes em diferentes intensidades, sendo que cada cenário possui uma particularidade que dificulta o processo de recuperação ambiental. Áreas degradadas é um conceito que se refere a alterações antrópicas causadas em um ambiente natural (CORRÊA, 1998). As áreas degradadas apresentam baixa disponibilidade de nutrientes, baixa capacidade de retenção de água e alta compactação do solo, características que deixam o ambiente inadequado para o desenvolvimento das plantas e impedem o processo de regeneração natural (FELFILI et al., 2008).

A água é o fator ambiental mais limitante para o desenvolvimento vegetal, pois altera o metabolismo nas plantas, causando perdas na produção. O estresse hídrico é a principal causa de perdas na produtividade florestal (FLEXAS et al., 2002). Quando submetidas a condições de déficit hídrico, as plantas alteram seus processos fisiológicos e morfológicos, influenciando a sua capacidade de tolerar as condições adversas do meio (PIMENTEL, 2005). Sob a condição de déficit hídrico, o crescimento inicial das plantas como também nos estádios mais tardios é prejudicado, pois essa condição limita o crescimento dos ramos, o crescimento do caule, o número de folhas e a área foliar.

Existem tecnologias que contribuem com o processo de recuperação de áreas degradadas, minimizando o efeito da degradação causada, um exemplo é o polímero hidroretentor que é adicionado às covas de plantio das mudas em sua forma hidratada. Os polímeros hidroretentores ou simplesmente hidroretentores, são macromoléculas com segmentos de grupos hidrofílicos que podem absorver e reter líquidos (NETO et al., 2017). Quando incorporado ao solo, o hidroretentor melhora suas propriedades físicas e químicas, principalmente na aeração e retenção e disponibilidade de água e nutrientes solúveis (EL-ASMAR et al., 2017). Como resultado, o hidrogel reduz os efeitos do déficit hídrico e promove a maior absorção de nutrientes pelas plantas, contribuindo assim para o melhor crescimento das mesmas (NAVROSKI et al., 2014).

A fertilidade do solo é determinante para o sucesso da revegetação de uma área degradada. Para que o desenvolvimento das espécies inseridas ocorra de forma adequada é necessário a adoção de alguma forma de correção da fertilidade (adubação), essa necessidade é mais acentuada em plantas jovens nas fases iniciais de desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2016). As diferenças biológicas entre as espécies utilizadas nos processos de revegetação conferem as mesmas diferentes necessidades nutricionais, por isso, é necessário que se avalie individualmente a reposição de cada espécie a nutrição oferecida (SILVA et al., 2017).

As características morfofuncionais das plantas respondem diretamente as condições em que as mesmas se encontram e podem ser utilizadas como parâmetros para avaliar o estabelecimento e desempenho de plantas em uma área de revegetação. A fotossíntese é o evento fisiológico mais importante para um vegetal e dele depende todos os processos biológicos, conforme Taiz et al. (2017), as condições ambientais em que um vegetal se encontra influencia diretamente o desempenho fotossintético de uma planta.

Para além das alterações fisiológicas, as condições ambientais, direta ou indiretamente, atuam sobre a estrutura das plantas modificando sua morfologia. Essas alterações podem ser observadas diretamente avaliando-se as estruturas da planta afetadas, ou indiretamente através da avaliação dos processos fisiológicos que são afetados (YUSUF et al. 2010). A fluorescência transiente da clorofila *a* é uma técnica bastante utilizada na avaliação fisiológica de indivíduos vegetais (STIRBET, 2011), pois fornece diversos parâmetros e possibilita a percepção de pontos específicos da cadeia de transporte de elétrons fotossintéticos.

Outra alternativa para a avaliação do desempenho dos indivíduos em uma área de revegetação é o estudo das características morfológicas das plantas. O tecido foliar de uma planta, na maioria dos casos, compõe a maior parte do indivíduo, avaliações que utilizam esse tecido provocam poucos danos as plantas e possibilitam novas avaliações.

Objetivou-se com esse trabalho estudar o efeito do manejo hídrico e nutricional nas condições morfofisiológicas de plantas utilizadas na revegetação de áreas remanescentes de extração de areia e argila.

2.2. Material e Métodos

2.2.1. Caracterização das áreas experimentais

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril de 2019 a novembro de 2019 em dois locais, uma área de empréstimo de areia e uma outra de extração de argila. As duas áreas fornecem matéria prima para a construção e manutenção do sistema viário, além da construção das bases de poços das áreas de exploração petrolífera da região de São Mateus-ES. O clima da região é definido como Aw, segundo a classificação internacional de Koppen, tropical quente e úmido, apresentando duas estações bem definidas, secas no outono/inverno e chuvosa na primavera/verão, com temperatura média de 24°C (ALVARES et al., 2013).

A área de empréstimo de argila está localizada, em área de tabuleiro costeiro a 14,3 quilômetros do litoral marinho com uma área de extração atual de 3 hectares e potencial para aumento da área. A área de empréstimo de areia fica localizada em área de restinga, a 11,3 quilômetros do litoral marinho com uma área de extração atual de 3,88 hectares e potencial para aumento da área. Após a extração do material de interesse (areia e argila) forma-se um local denominado fundo de cava, que é caracterizado por ser a parte mais baixa do terreno, os experimentos foram implantados nestes locais. Os atributos físico-químicos do solo das áreas estão expressos nas TABELAS 1, 2 e 3.

TABELA 13. Atributos físicos do solo das áreas de empréstimo de argila e areia nas camadas de 0 – 20 e de 20 – 40 centímetros.

Área	Profundidade ---- Cm ----	Areia grossa	Areia fina	Areia total	Silte	Argila	Classificação textural
Argila	0 – 20	282	116	398	122	480	Argilosa
	20 – 40	308	130	438	102	460	Argilosa
Areia	0 – 20	910	46	956	4	40	Arenosa
	20 – 40	774	92	866	74	60	Arenosa

TABELA 14. Atributos químicos do solo das áreas de empréstimo de argila e areia na camada de 0 – 20 centímetros.

Área	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg
		g.kg ⁻¹	----- mg.dm ⁻³ -----	-----	----- Cmolc.dm ⁻³ -----	-----
Argila	4,60	4,73	0,69	8,75	0,26	0,21
Areia	5,48	5,21	34,25	9,00	0,14	0,03
Área	Al	H+Al	SB	T	V	M
	-----	-----	Cmolc.dm ⁻³ -----	-----	-----	% -----
Argila	0,68	2,20	0,59	2,79	20,45	55,42
Areia	0,10	3,50	0,20	3,70	8,80	21,37

M.O: matéria orgânica; P: teor de fósforo no solo; K: teor de potássio no solo; Ca: teor de cálcio no solo; Mg: teor de magnésio no solo; Al: teor de alumínio no solo; H+Al: teor de hidrogênio e alumínio no solo; SB: soma das bases; T: capacidade de troca de cátions; V: saturação de bases; M: saturação de alumínio.

TABELA 15. Características hídricas do solo das áreas de empréstimos de argila e areia.

Área	Capacidade de campo (cm ³ .cm ⁻³)	Ponto de murcha permanente (cm ³ .cm ⁻³)
Argila (0 – 20)	0,6871	0,1953
Argila (20 – 40)	0,4394	0,1580
Areia	0,1738	0,0502

2.2.2. Experimento na área de empréstimo de argila

Na área de empréstimo de argila o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdivididas 2 x 5, sendo dois métodos de manejo hídrico na parcela: uso de hidroretentor e ausência. Nas subparcelas os tratamentos foram cinco doses de adubação de covas do fertilizante formulado NPK 04-14-08 da marca comercial NATUFERT® composto por cloreto de potássio (KCl), carbamida ((NH₂)₂CO), pentóxido de fósforo (P₂O₅) acondicionados em uma mistura de matéria orgânica. As dosagens foram: 0,000 kg,

0,072 kg, 0,144 kg, 0,288 kg e 0,576 kg. As adubações seguiram como base a recomendação para essências nativas conforme Prezotti et al. (2013).

A argila é extraída em profundidade no solo até se atingir as camadas mais profundas que não oferecem mais a qualidade desejada para o material. Na área de extração de argila uma das características do fundo de cava é a presença da petroplintita, um mineral ferroso de alta densidade que proporciona baixa drenagem ao solo e elevada resistência à penetração das raízes. Além desse fator, durante a extração do material de interesse, ocorre um tráfego constante de máquinas e caminhões, o que gera compactação adicional do solo. Por esse motivo, se fez necessária à realização de uma subsolagem da área a uma profundidade média de 60 cm. As covas foram demarcadas em padrão triangular com distância entre covas de 1,2 metros. Após o coveamento foi realizado a adubação de covas seguindo a descrição utilizando as dosagens correspondentes aos tratamentos.

Foram utilizadas cinco espécies de plantas nativas: Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Cajá Mirim (*Spondias mombin* L.), Goiaba do Ipiranga (*Psidium cattleianum* Sabine), Ingá Mirim (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) e Murta de Restinga (*Mouriri guianensis* Aubl.), sendo essas definidas pela presença natural no ecossistema da região e pela disponibilidade comercial.

O plantio foi realizado no dia 11 de abril de 2019, com a aplicação da solução de hidroretentor feita no momento do plantio. Foi aplicado 0,5 litro de solução por cova, na concentração de 8 g de hidroretentor para cada litro de água, correspondendo a 4 g de gel hidroretentor por planta. O produto utilizado foi o gel hidroretentor condicionador de solo Hydroplan® - EB/HyB. Após o plantio realizou-se a cobertura de proteção das mudas utilizando estrutura artesanal compostas por hastes de madeira (eucalipto) e tecido não tecido (TNT) conhecida popularmente como “bandeirinhas”.

Aos 30 dias após o plantio foi retirada a cobertura das mudas e foi realizado o tutoramento para evitar tombamento. Conforme a necessidade, a área passou por

operação de controle de planta invasoras através da capina manual. Todas as plantas receberam adubação de cobertura, na dosagem de 25 g planta⁻¹ de NPK 20-00-20, a partir do plantio, a cada 60 dias e durante todo o período de condução do experimento.

2.2.3. Experimento na área de empréstimo de areia

Na área de empréstimo de areia o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com três repetições em esquema de parcelas subdivididas 3 x 5, sendo três métodos de manejo hídrico na parcela: o uso de sistema de irrigação por gotejamento, o uso de hidroretentor e ausência de manejo hídrico. Nas subparcelas os tratamentos foram cinco doses de adubação de covas do fertilizante formulado NPK 04-14-08 da marca comercial NATUFERT® composto por cloreto de potássio (KCl), carbamida ((NH₂)₂CO), pentóxido de fósforo (P₂O₅) acondicionados em uma mistura de matéria orgânica. As dosagens foram: 0,000 kg, 0,072 kg, 0,144 kg, 0,288 kg e 0,576 kg. As adubações seguiram como base a recomendação para essências nativas conforme Prezotti et al. (2013).

Para garantir o trânsito de máquinas pesadas é depositada uma camada de solo argiloso na área do fundo de cava. Essa camada foi retirada para se promover a prevalência da fração areia, característica predominante do solo da região. Em seguida realizou-se a demarcação das covas seguindo um padrão triangular com distância entre covas de 1,2 metros. Após o coveamento realizou-se a adubação de covas com as doses propostas para os tratamentos.

Foram utilizadas cinco espécies de plantas nativas: Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Cajá Mirim (*Spondias mombin* L.), Goiaba do Ipiranga (*Psidium cattleianum* Sabine), Ingá Mirim (*Inga laurina* (Sw.) Willd.) e Murta de Restinga (*Mouriri guianensis* Aubl.), sendo essas definidas pela presença natural no ecossistema da região e pela disponibilidade comercial.

O plantio foi realizado no dia 12 de abril de 2019 com a aplicação da solução de hidroretentor feita no momento do plantio. Foi aplicado 0,5 litro de solução por

cova, na concentração de 8 g de hidroretentor para cada litro de água, correspondendo a 4 g de gel hidroretentor por planta. O produto utilizado foi o gel hidroretentor condicionador de solo Hydroplan® - EB/HyB. Após o plantio realizou-se a cobertura de proteção das mudas utilizando estrutura artesanal compostas por hastes de madeira (eucalipto) e tecido não tecido (TNT) conhecida popularmente como “bandeirinhas”.

O sistema de irrigação foi implantado após a adubação de covas, utilizando gotejamento com fita gotejadora de 1,2 L h⁻¹, a 100 kPa, espaçados a 0,2 m. O sistema possuía controle automático que possibilitava a aplicação programada da lâmina de água pré-determinada. A Irrigação foi realizada 2 vezes ao dia com intervalos de 12 horas entre cada aplicação, quando necessário. A lâmina de água aplicada foi obtida pelo balanço hídrico diário, considerando a precipitação e a evapotranspiração da cultura para um coeficiente de cultura unitário, com a estimativa da evapotranspiração de referência obtida pelo método de Penman-Monteith. Os dados utilizados foram obtidos na estação meteorológica instalada na unidade de produção de petróleo. A atualização da lâmina aplicada foi realizada semanalmente e aplicada durante todo o período do experimento.

Aos 30 dias após o plantio foi retirada a cobertura das mudas e foi realizado o tutoramento para evitar tombamento. Conforme a necessidade, a área passou por operação de controle de planta invasoras através da capina manual. Todas as plantas receberam adubação de cobertura, na dosagem de 25 g planta⁻¹ de NPK 20-00-20, a partir do plantio, a cada 60 dias e durante todo o período de condução do experimento.

2.2.4. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos com uma estação meteorológica Davis 6162 Wireless Vantage Pro2 Plus, localizada em relevo plano a 1400 metros da área experimental da área de empréstimo de argila e a 8300 metros da área experimental da área de empréstimo de areia. As informações utilizadas são

referentes aos meses de abril a novembro de 2019 (FIGURAS 1, 2, 3 E 4), período em que se conduziu o experimento.

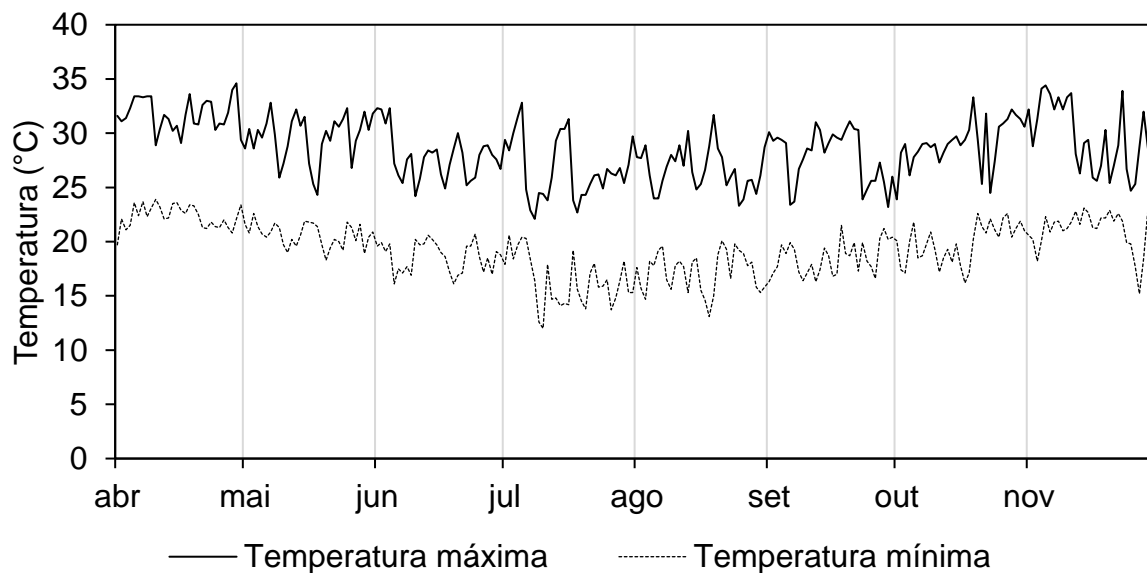


FIGURA 22. Temperaturas máximas, mínimas ($^{\circ}\text{C}$) do ar diárias das áreas de empréstimo de argila e areia.

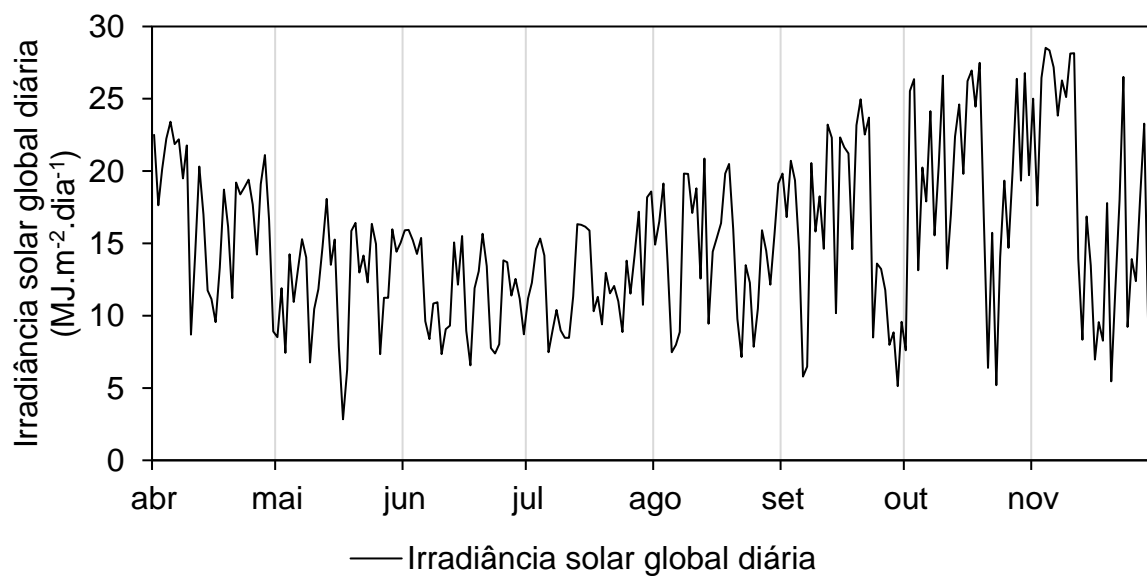


FIGURA 23. Irradiância solar global diária ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) das áreas de empréstimo de argila e areia.

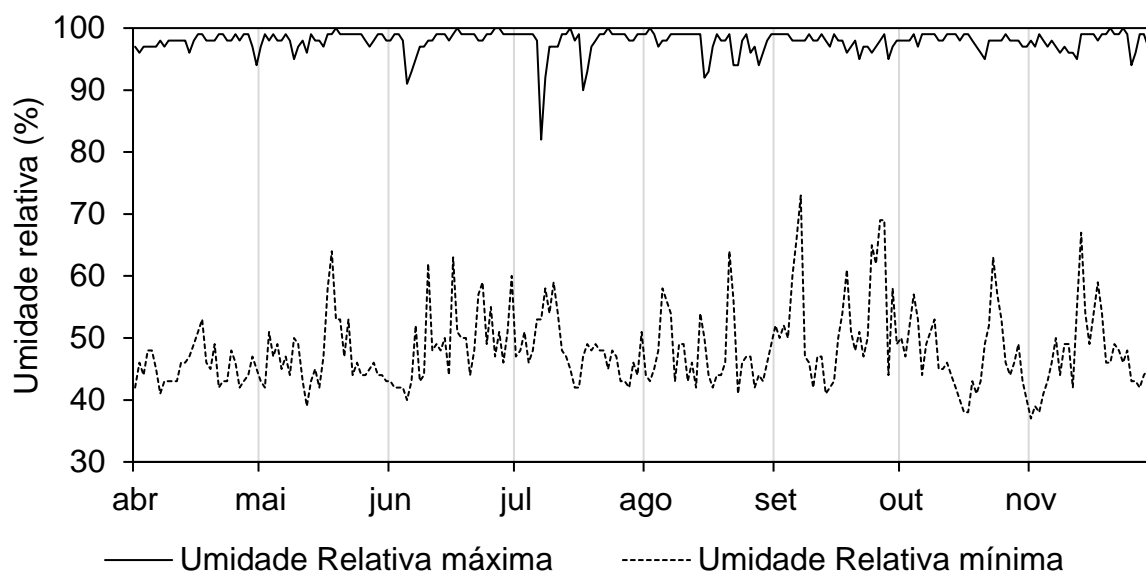


FIGURA 24. Umidade relativa máxima e mínima (%) diária das áreas de empréstimo de argila e areia.

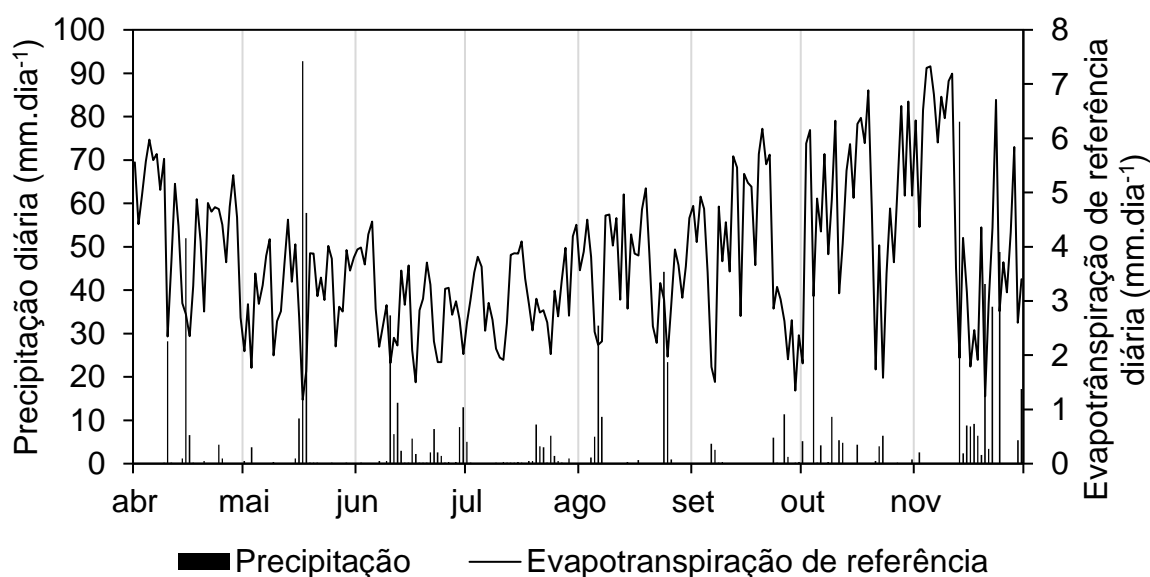


FIGURA 25. Precipitação diária (mm) e evapotranspiração de referência diária (mm.dia^{-1}) das áreas de empréstimo de argila e areia.

2.2.5. Avaliações realizadas

2.2.5.1. Fluorescência da clorofila *a*

Aos 180 dias após o plantio, foi avaliada a fluorescência da clorofila *a* utilizando-se um fluorômetro portátil (*Handy-PEA, Hansatech, UK*). Foram utilizadas

2 plantas por tratamento em cada bloco, escolhidas aleatoriamente. Em cada planta foi realizada uma leitura. A fluorescência da clorofila *a* foi induzida pela luz vermelha (650 nm) de aproximadamente $3.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para tornar o sistema coletor de luz totalmente oxidado, foi necessário a oxidação completa dos centros de reação. Isso foi possível com a adaptação ao escuro, por 30 minutos, de folhas jovens e completamente desenvolvidas (terceira ou quarta folha a partir do ápice), com o auxílio de cliques foliares (*Hansatech*, UK). As leituras foram realizadas de 6 horas até as 10h da manhã. Com auxílio do *software Biolzyer* foram obtidos os dados para a interpretação dos parâmetros do teste JIP foi realizada de acordo com Strasser & Strasser (1995). Os parâmetros obtidos a partir do Teste JIP permitem a quantificação da eficiência de absorção e aproveitamento da energia através da cadeia de transporte de elétrons da fotossíntese. Além de avaliar a funcionalidade do fotossistema II (FSII), reflete a taxa de transporte de elétrons no interior da membrana dos tilacóides e o subsequente funcionamento da ferredoxina-NADP oxirredutase e ciclo de Calvin (SCHANSKER et al., 2003).

As variáveis analisadas por meio da fluorescência da clorofila *a* foram:

- Fluorescência mínima (F_0), intensidade da fluorescência aos 0.02 ms do transiente OJIP;
- Fluorescência máxima (F_m), intensidade máxima da fluorescência no ponto P aos 300 ms do transiente OJIP;
- Rendimento quântico máximo fotoquímico primário (ϕ_{P0}), obtido pela equação:

$$\phi_{Pn} = 1 - (F_0 / F_m) \quad (30)$$

- Eficiência quântica da transferência de um elétron da Q_A para a cadeia de transporte de elétrons além da Q_A (ϕ_{E0}), obtido pela equação:

$$\phi_{En} = 1 - (F_0 / F_m) \times \psi_0 \quad (31)$$

- Rendimento quântico fotoquímico para dissipação de calor (ϕ_{D0}), obtido pela equação:

$$\phi_{Dn} = F_0 / F_m \quad (32)$$

- Fluxo específico de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC), obtido pela equação:

$$\text{ABS/RC} = M_0 / V_j \phi_{Pn} \quad (33)$$

- Captura por centro de reação (TR_0/RC) obtido pela equação:

$$TR_0/RC = M_0 / V_i \quad (34)$$

- Transporte por centro de reação (ET_0/RC), obtido pela equação:

$$ET_0/RC=TR_0/RC \times (1-V_j) \quad (35)$$

- Dissipação por centro de reação (DI_0/RC), obtido pela equação:

$$DI_0/RC= ABS/RC-TR_0/RC \quad (36)$$

- Índice de desempenho potencial (PI_{abs}), obtido pela equação:

$$PI_{abs}=ABS/RC \times \varphi_{pn} / (1-\varphi_{pn}) \times \varphi_{fn} / (1-\varphi_{fn}) \quad (37)$$

- Índice de desempenho total (PI_{total}), obtido pela equação:

$$PI_{total}= PI_{abs} \times (\delta_{R0} / (1-\delta_{R0})) \quad (38)$$

1.2.5.2. Atributos foliares

Aos 180 dias após o plantio foram avaliados também os atributos foliares das plantas. Com o auxílio de um extrator metálico de discos foliares foram extraídos três discos foliares da região mediana do limbo foliar, com 27,99 mm² de diâmetro. Com auxílio de uma balança digital de precisão (0,0001 g), foi realizada a pesagem dos três discos foliares para obter o valor da massa fresca (MF) total dos três discos. A seguir, os discos foram colocados em placas de petri e hidratados com água destilada por 24h, e então realizadas as medições de espessura (mm) de cada um dos discos com paquímetro digital (Digimess® 100.174BL 150mm/6) e aferição da massa para obter o valor da massa túrgida (MT). Por fim, os discos foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa para secagem em torno de 60 °C, até se obter massa seca (MS) constante. A partir dos valores de massa fresca, túrgida e seca obtidos, foram calculados:

- Suculência (SUC) (g.m⁻²) obtida pela diferença entre a massa túrgida foliar e a massa seca foliar em razão da área dos discos foliares (KLUGE & TING, 1978);
- Massa fresca por área foliar (MFA) (g.m⁻²) estimada pela razão entre a massa seca foliar e a área foliar (KLUGE & TING, 1978);
- Área Foliar Específica (AFE) (cm².g⁻¹) estimada pela razão entre a área do disco foliar e a massa seca foliar (WITKOWSKI & LAMONT, 1991);
- Índice de esclerofilia (IE) (g.cm⁻²) obtido com a metade da razão entre a massa foliar seca e a área do disco foliar (RIZZINI, 1976).

2.2.6. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando determinada suas significâncias foram submetidos aos testes de média (Tukey a

5%) para os resultados referentes ao uso de hidrotentores e a análise de regressão no caso dos resultados referentes a adubação de plantio.

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Área experimental da área de empréstimo de argila (tabuleiro costeiro)

2.3.1.1. Fluorescência transiente da clorofila *a*

As espécies estudadas apresentaram diferentes respostas em relação aos parâmetros do teste JIP (APÊNDICE 1). A espécie Ingá Mirim (*I. laurina*) não apresentou diferenças significativas para os parâmetros do teste JIP. As demais espécies, Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*), apresentaram respostas significativas dos tratamentos empregados em pelo menos um dos parâmetros obtidos com o teste JIP.

2.3.1.1.1. Aroeira (*S. terebinthifolius*)

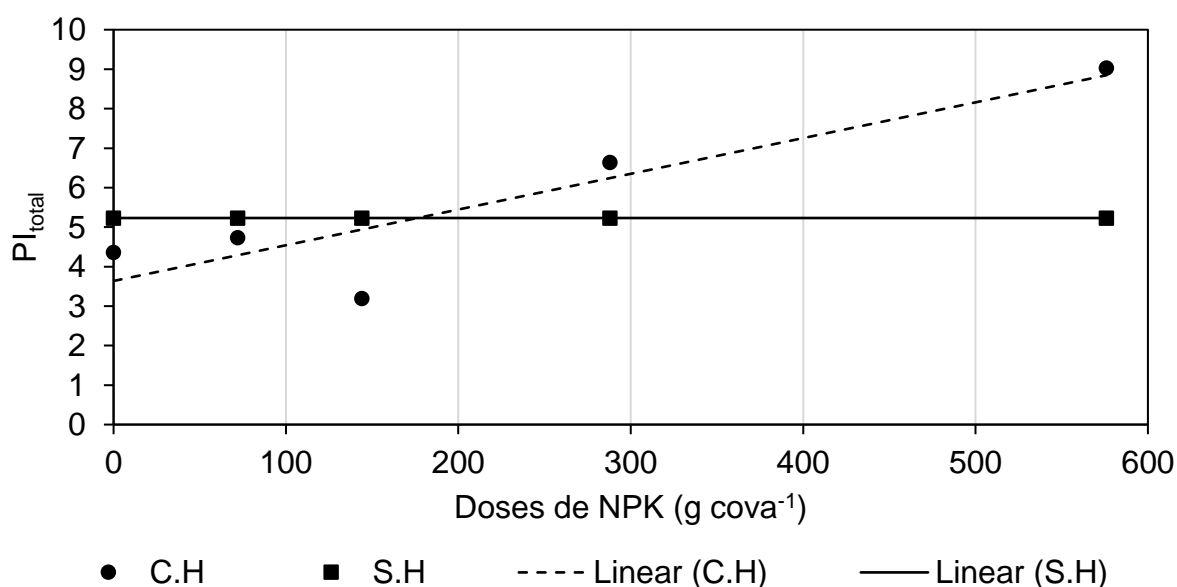
A espécie Aroeira (*S. terebinthifolius*) apresentou resposta significativa apenas para o parâmetro PI_{total} , com interação entre os fatores manejo hídrico e doses de adubação de cova. Avaliando as doses de adubação de cova dentro do fator manejo hídrico (TABELA 4), houve diferença significativa na dose de 144,00 g cova⁻¹, no tratamento sem a aplicação do hidrotentor, onde observou-se maior PI_{total} (6,36). Com a aplicação do hidrotentor, maior PI_{total} (9,03) foi obtido na dose de 576,00 g cova⁻¹. Constata-se que se obtém maiores índices de desempenho total, com uso de hidrotentor associados a maiores adubações de cova (TABELA 4).

TABELA 16. Índice de desempenho total (PI_{total}) em plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), sem a adição de hidroretentor e com a adição de hidroretentor sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	PI_{total}	
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor
0	3,09 a	4,36 a
72	5,31 a	4,73 a
144	6,36 a	3,19 b
288	5,40 a	6,63 a
576	5,98 b	9,03 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando o efeito do fator manejo hídrico dentro do fator doses de adubação de cova, identificou-se que a presença do hidroretentor proporcionou um aumento do PI_{total} proporcional ao aumento das doses de adubação de cova (FIGURA 5). O maior PI_{total} foi de 8,82 na dose de 576,00 g cova⁻¹. Sem a presença do hidroretentor, o PI_{total} não apresentou diferenças significativas em relação as doses de adubação de cova aplicadas (FIGURA 6).



S.H Média = 5,2307

C.H $0,009x + 3,6362$

$R^2 = 0,8103$

(39)

FIGURA 26. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidroretentor (S.H) e com a aplicação de hidroretentor (C.H) sobre o Índice de desempenho total (PI_{total}) de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

O aumento do PI_{total} pode indicar uma melhora na capacidade de aproveitamento da energia presente no processo fotossintético. O PI_{total} é um parâmetro bastante sensível, principalmente ao estresse hídrico (OLIVEIRA *et al.*, 2018). O PI_{total} está relacionado com o desempenho da planta enquanto indivíduo pois indica a qualidade do processo fotossintético e indica a situação da planta quanto ao crescimento ou a sobrevivência em condições de estresse (DESOTGIU *et al.*, 2012). Os resultados obtidos mostram que a presença do hidretentor fez com que o valor de PI_{total} aumentasse à medida que se aumentou quantidade de adubação de cova (FIGURA 6), esse comportamento não foi observado no ambiente sem a presença do hidretentor. A presença do hidretentor criou um comportamento diferente da planta em relação a adubação onde essa atingiu maiores níveis de desempenho o que indica maior aproveitamento da adubação de cova.

2.3.1.1.2. Cajá Mirim (*S. mombin*)

Para as plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), foi observado efeito significativo da interação dos fatores estudados (manejo hídrico e adubação de cova) nos parâmetros F_0 , F_m , ϕ_{E0} , TR_0/RC , ET_0/RC , PI_{abs} e PI_{total} (TABELA 5) (FIGURA 6).

O nível de F_0 se diferenciou entre os tratamentos empregados no fator manejo de irrigação nas doses de 72,00 e 576,00 g cova⁻¹, sendo que na dose de 72,00 g cova⁻¹, o menor valor F_0 foi de 576,83, o qual foi obtido na ausência do hidretentor. Na dose de 576,00 g cova⁻¹, o menor valor de F_0 foi de 538,00 obtido com a aplicação do hidretentor (TABELA 5). A F_0 ocorre quando os centros de reação do fotossistema II (FSII) estão “abertos” e o aceptor primário de elétrons, a Quinona A, está completamente oxidada (BAKER & ROSENQVIST, 2004). Schreiber & Berry (1977), afirmam que o valor de F_0 é alterado quando os pigmentos fotossintéticos do FSII sofrem alterações qualitativas e quantitativas, normalmente causadas por fatores ambientais.

A F_m apresentou diferença significativa apenas na dose de 144,00 g cova⁻¹, em que o maior valor obtido foi de 2561,00 quando utilizado o hidretentor

(TABELA 5). De acordo com Ecco et al. (2017), condições favoráveis elevam os valores de F_m e provocam uma redução de F_0 . Esse efeito pode ser atribuído às condições de disponibilidade hídrica inicial proporcionada pelo uso de hidretentor. NASCIMENTO et al., (2011) analisando o crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo identificou que níveis abaixo de 50% da capacidade de retenção de água no solo restringem significativamente o crescimento das plantas. Essa restrição no crescimento pode afetar diretamente a F_m .

Os valores de ϕ_{E0} apresentaram efeito do fator manejo hídrico nas doses de adubação de cova de 72,00 g cova⁻¹ sendo os menores índices encontrados quando se utilizou o hidretentor (TABELA 5). (ϕ_{E0}) indica a eficiência no transporte de elétrons após a Q_A^- (DA SILVA et al., 2018). Silva et al., (2019) estudando a fisiologia de plantas de *Jatropha Curcas* L. identificou que quedas nesse parâmetro provocam diminuição no desempenho fotossintético da planta.

O TR_0/RC e ET_0/RC são parâmetros relacionados aos fluxos específicos de energia. O primeiro trata da captura da energia pelos centros de reação e o segundo do fluxo de energia pelos centros de reação. Nas plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), os valores de TR_0/RC diferiram significativamente entre os tratamentos do fator manejo hídrico apenas na dose de adubação de 576,00 g cova⁻¹ onde a maior média (3,82) foi obtida com a aplicação de hidretentor (TABELA 5). Para o ET_0/RC , houve diferença significativa nas doses de 72,00 e 576,00 g cova⁻¹. Na dose de 72,00 g cova⁻¹ o maior valor (1,02), foi obtido quando não se aplicou o hidretentor (TABELA 5). Na dose de 576,00 g cova⁻¹ o maior valor de ET_0/RC (1,76) foi obtido com a aplicação do hidretentor (TABELA 5). Plantas sob condições de estresse reduzem os valores de TR_0/RC (JIANG et al., 2008 e STRASSER et al., 2010) o que indica que sem presença do hidretentor em doses elevadas de adubação de cova as plantas apresentavam sinais de estresse.

Os valores de PI_{abs} foram influenciados pelo fator manejo hídrico nas doses de nas doses de 72,00 e 576,00 g cova⁻¹, na dose de 72,00 g cova⁻¹ o maior valor

5,03, foi sem aplicação de hidretentor, enquanto que na dose de 576,00 g cova⁻¹ o maior valor (8,25), foi obtido com a aplicação do hidretentor (TABELA 5). O PI_{abs} representa o desempenho de todos os processos fotoquímicos relacionados ao fotossistema II, indica a condição fisiológica da planta e está relacionado aos efeitos de variações das condições ambientais (STRASSER et al., 2004; REDILLAS et al., 2011; STIRBET et al., 2014). De acordo com Gonçalves e Santos Jr, (2005) PI_{abs} relaciona a eficiência de absorção (ABS/RC), captura (TR_0/RC) e transferência de energia de excitação (ET_0/RC) pelo FS II, proporcionando uma visão maior do grau do efeito das condições em que as plantas se encontram.

Para o PI_{total} as diferenças entre os métodos de manejo hídrico foram significativas nas doses de 72,00, 144,00 e 576,00 g cova⁻¹, onde que as maiores medias (10,19, 10,11 e 16,19 respectivamente), foram obtidas com a aplicação do hidretentor (TABELA 5). O PI_{total} está relacionado com o despenho final do processo fotossintético da atividade da planta, crescimento ou a sobrevivência em condições de estresse (DESOTGIU et al., 2012). O PI_{total} é o parâmetro mais sensível do teste JIP, por que demonstra o desempenho das reações fotoquímicas em toda a extensão da cadeia transportadora de elétrons (Gonçalves et al. 2010). Os maiores valores do PI_{total} na presença do hidretentor (TABELA 5), indicam que o tratamento proporcionou o melhor desempenho fotoquímico para as plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*).

TABELA 17. Fluorescência mínima (F_0), máxima (F_m), eficiência quântica da transferência de um elétron da QA^- para a cadeia de transporte de elétrons além da QA^- (ϕ_{E0}), fluxo específico de captura de energia por centro de reação (TR_0/RC), fluxo de elétrons por centro de reação (ET_0/RC), Índice de desempenho potencial (PI_{abs}) e Índice de desempenho total (PI_{total}) em plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), sem a adição de hidretentor e com a adição de hidretentor sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	F_0	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	624.33 a	618.50 a
72	576.83 b	786.00 a
144	595.60 a	702.50 a
288	617.33 a	548.66 a
576	774.91 a	538.00 b

TABELA 5. CONTINUAÇÃO...

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	F _m	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	2340,66 a	2388,00 a
72	2227,16 a	2613,00 a
144	1954,00 b	2561,00 a
288	2494,00 a	2205,33 a
576	2144,75 a	2173,50 a
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	ΦE ₀	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	0,37 a	0,38 a
72	0,38 a	0,23 b
144	0,31 a	0,40 a
288	0,36 a	0,37 a
576	0,25 a	0,35 a
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	TR ₀ /RC	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	1,99 a	2,11 a
72	2,01 a	2,08 a
144	2,17 a	2,17 a
288	1,84 a	2,00 a
576	2,52 b	3,82 a
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	ET ₀ /RC	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	1,00 a	1,09 a
72	1,02 a	0,70 b
144	0,96 a	1,17 a
288	0,88 a	0,97 a
576	1,01 b	1,76 a
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	PI _{abs}	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	4,59 a	5,55 a
72	5,03 a	2,12 b
144	3,42 a	5,64 a
288	4,54 a	5,16 a
576	2,51 b	8,25 a

TABELA 5. CONTINUAÇÃO...

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	PI _{total}	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	7,97 a	5,85 a
72	5,96 b	10,19 a
144	3,27 b	10,11 a
288	4,43 a	4,83 a
576	1,82 b	16,19 a

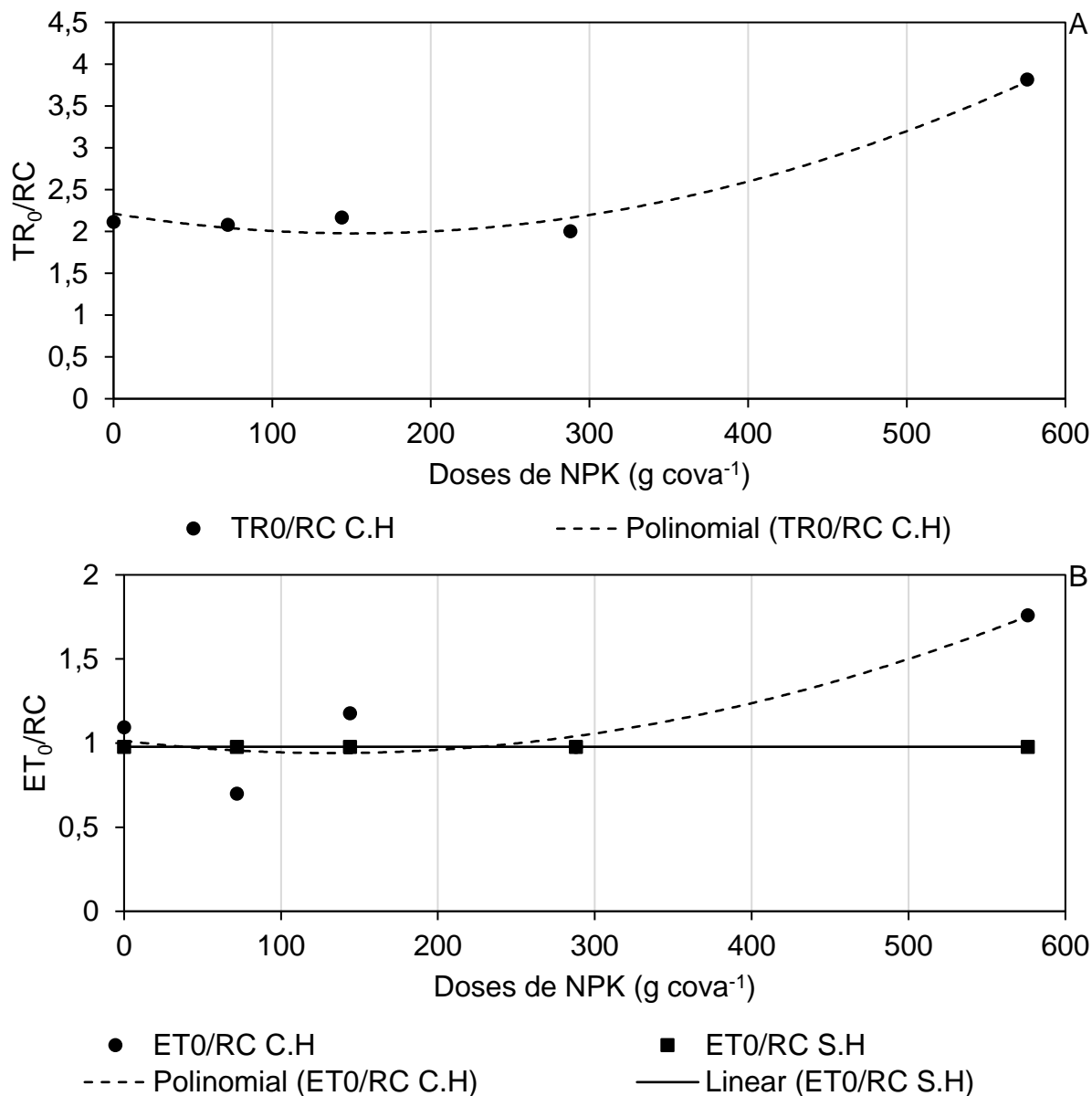
As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

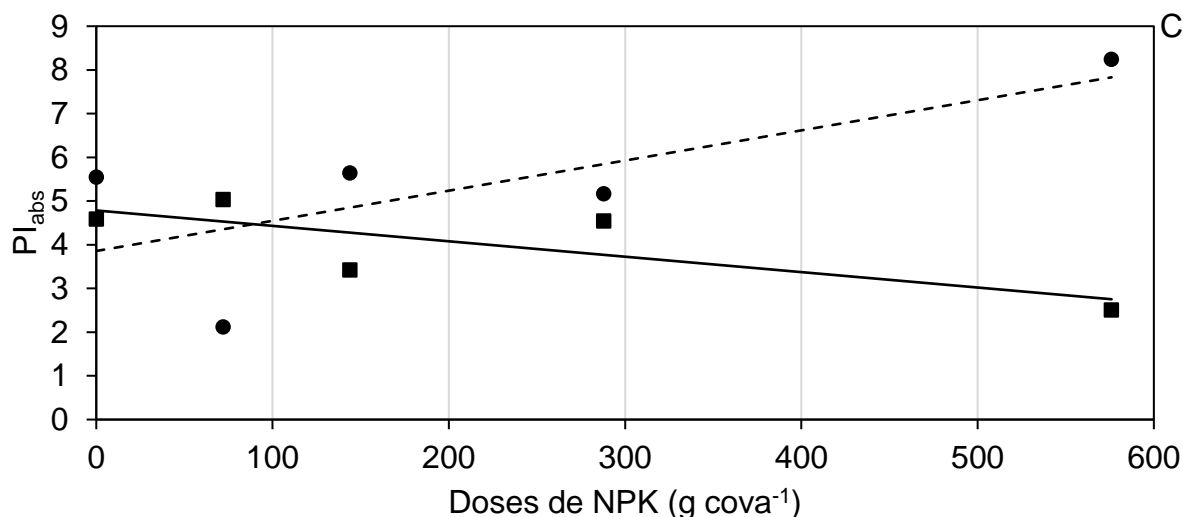
A análise de regressão não pode estabelecer equações dentro do índice pré-determinado para o R^2 (50%) para os F_0 , F_m e φ_{E0} . Esses parâmetros tiveram efeito significativo da adubação, quando avaliada dentro do fator manejo hídrico, submetidos ao tratamento com a aplicação do hidretentor. Quando não houve a aplicação do hidretentor, as doses de adubação de cova não diferiram entre si e as médias encontradas foram 637,80 2232,11 e 0,3353, respectivamente (FIGURA 6A).

O fluxo específico de captura de energia por centro de reação TR_0/RC apresentou efeito significativo da adubação nos dois métodos de manejo hídrico. Só foi possível a determinação da equação de regressão para o efeito da adubação apenas quando ocorreu a utilização do hidretentor (FIGURA 6A). O menor valor de TR_0/RC (1,97) foi obtido com a dose de 155,00 g cova⁻¹.

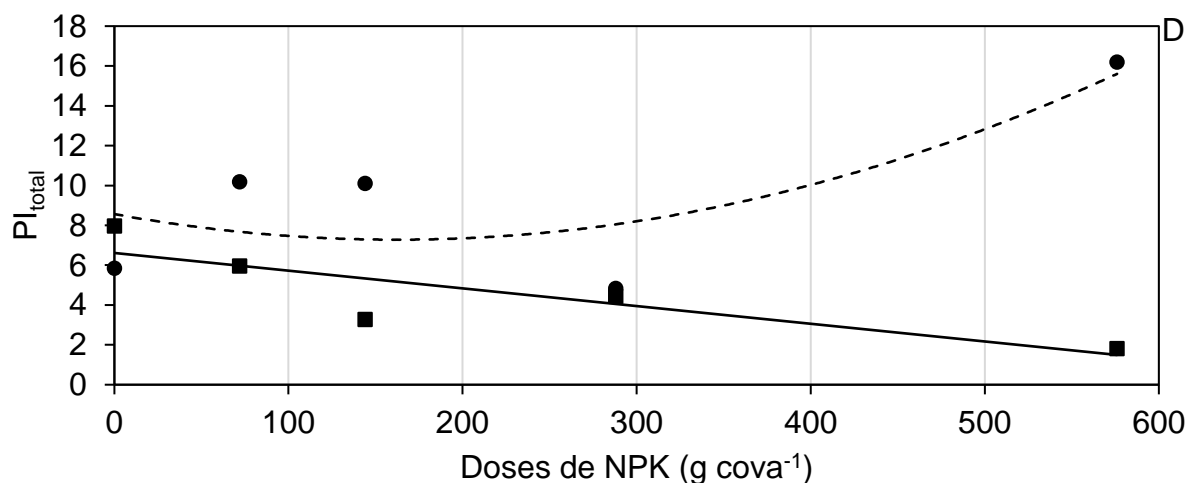
Foi possível determinar as equações de regressão para o ET_0/RC , PI_{abs} e PI_{total} (FIGURA 6B – 6D). A adubação de cova teve um efeito quadrático no fluxo de elétrons por centro de reação ET_0/RC quando avaliada com a aplicação de hidretentor. O menor valor de ET_0/RC encontrado foi de 0,951 com a dose de adubação de cova de 125,00 g cova⁻¹. Sem o uso do hidretentor não ocorreu efeito da variação da dose de adubação, a média encontrada foi de 0,978. O PI_{abs} apresentou um comportamento linear inversamente proporcional ao incremento da adubação quando não houve a aplicação do hidretentor, com o maior índice 4,7844 obtido com a dose de adubação de cova de 0,00 g cova⁻¹ e apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação quando avaliado

com a aplicação do hidretentor, com o maior índice 7,8315 obtido com a dose de 576,00 g cova⁻¹. O PI_{total} apresentou um comportamento linear inversamente proporcional ao incremento da adubação com o maior valor 6,6128, obtido com a dose de 0,00 g cova⁻¹ e um comportamento quadrático quando avaliado com a aplicação do hidretentor, o maior valor encontrado foi de 7,3110 na dose de 158,00 g cova⁻¹.





● Plabs C.H ■ Plabs S.H - - - - Linear (Plabs C.H) — Linear (Plabs S.H)



● Pltotal C.H

■ Pltotal S.H

- - - - Polinomial (Pltotal C.H)

— Linear (Pltotal S.H)

$$\text{C.H TR}_0/\text{RC} \quad 0,00001x^2 - 0,0031x + 2,2128 \quad R^2 = 0,9693 \quad (40)$$

$$\text{S.H ET}_0/\text{RC} \quad \text{Média} = 0,978$$

$$\text{C.H ET}_0/\text{RC} \quad 0,000004x^2 - 0,0011x + 1,0135 \quad R^2 = 0,7839 \quad (41)$$

$$\text{S.H Plabs} \quad -0,0035x + 4,7844 \quad R^2 = 0,6057 \quad (42)$$

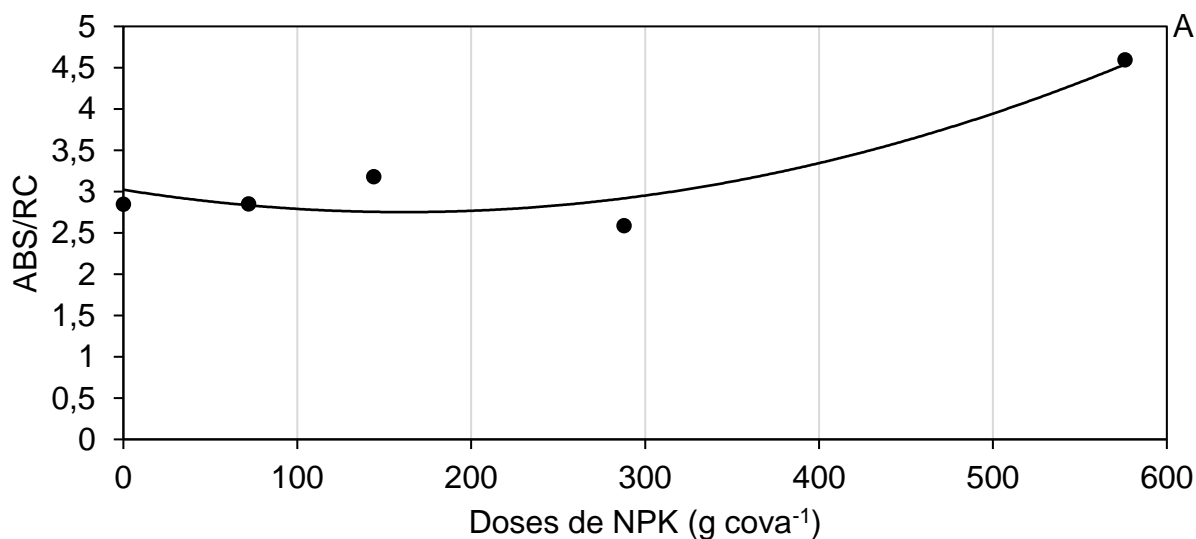
$$\text{C.H Plabs} \quad 0,0069x + 3,8571 \quad R^2 = 0,5193 \quad (43)$$

$$\text{S.H Pltotal} \quad -0,0089x + 6,6128 \quad R^2 = 0,7208 \quad (44)$$

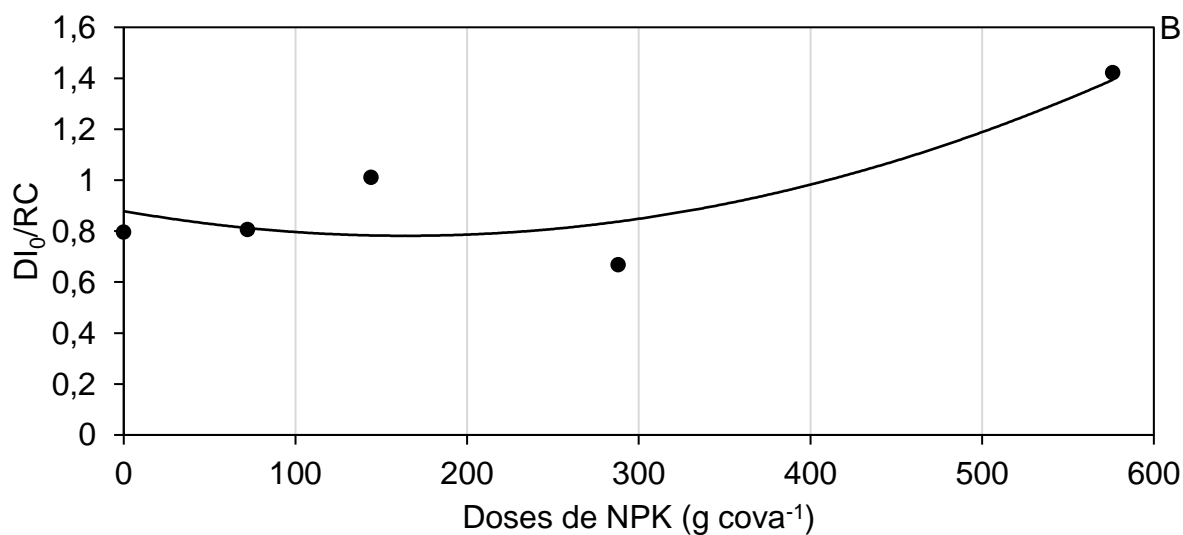
$$\text{C.H Pltotal} \quad 0,00005x^2 - 0,0158x + 8,5592 \quad R^2 = 0,6003 \quad (45)$$

FIGURA 27. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidretentor (S.H) e com a aplicação de hidretentor (C.H) sobre o fluxo específico de captura de energia por centro de reação (TR_0/RC) (A), fluxo de elétrons por centro de reação (ET_0/RC) (B), Índice de desempenho potencial (PI_{abs}) (C) e o Índice de desempenho total (PI_{total}) (D) de plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

As variáveis ABS/RC e DI₀/RC tiveram efeito significativo apenas no fator adubação de cova e tiveram suas equações de regressão determinadas (FIGURA 7A e B). Os menores valores de DI₀/RC (2,73) foram obtidos com a dose de adubação de cova de 170,00 g cova⁻¹. Para ABS/RC, o menor valor foi de 0,7887 e obtido com a dose de 150,00 g cova⁻¹.



● ABS/RC — Polinomial (ABS/RC)



● DI₀/RC — Polinomial (DI₀/RC)

$$\text{ABS/RC} \quad 0,00001x^2 - 0,0034x + 3,0219 \quad R^2 = 0,8733 \quad (46)$$

$$\text{DI}_0/\text{RC} \quad 0,000004x^2 - 0,0012x + 0,8787 \quad R^2 = 0,7473 \quad (47)$$

FIGURA 28. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre fluxo específico de dissipação de energia por centro de reação (Dl_0/RC) (A) e fluxo específico de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC) (B) de plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

O aumento na ABS/RC indica uma limitação no processo de absorção de energia (SCHOCK et al., 2014). A ABS/RC é influenciada pela razão entre centros de reação (RC) ativos e inativos e é calculado através da divisão do número total de fótons absorvidos dividido pelo número total de RC ativos (Mehta et al., 2010), desse modo a inativação de centros de reação aumenta o valor da ABS/RC . No ponto onde essa variável atingiu o menor valor a planta possuía o maior número RC ativos em relação aos inativos, ponto em que a fotossíntese pode ser mais eficiente. O comportamento similar da Dl_0/RC indica que a dissipação de energia também diminuiu pressupondo uma queda nas perdas energéticas pela via não fotoquímica (TAIZ et al., 2017).

2.3.1.1.3. Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*)

As plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*) apresentaram efeito significativo da interação dos fatores estudados, manejo hídrico e adubação de cova nos parâmetros, ϕ_{P0} , ϕ_{D0} e Dl_0/RC (TABELA 6 e FIGURA 7).

O ϕ_{P0} , apresentou diferença significativa entre os métodos de manejo hídricos apenas na dose de adubação de cova de 576,00 g cova⁻¹, a maior média ocorreu na aplicação do hidroretentor e foi de 0,75 (TABELA 6). O ϕ_{P0} , estima a eficiência quântica máxima da atividade fotoquímica da fotossistema II, quando todos os centros de reação do fotossistema II estão abertos (BAKER; ROSENQVIST, 2004). Esse parâmetro é obtido através da razão entre a amplitude dos pontos F_0 e F_m e o ponto F_m . Essa relação está associada a perturbações no sistema fotossintético causada por estresses ambientais e bióticos (OUKARROUM et al., 2007). Valores reduzidos deste parâmetro indicam possíveis danos e/ou inibição da atividade FSII (MARTINS et al., 2015).

O parâmetro φ_{D0} apresentou diferença significativa entre os métodos de manejo hídricos apenas na dose de adubação de cova de 576,00 g cova⁻¹, com maior média (0,30) ocorrendo nos tratamentos sem aplicação do hidrotentor (TABELA 6). A redução do φ_{P0} associado ao aumento φ_{D0} sugerem fotoinibição, indicando uma redução no transporte e uso da energia de excitação (SOUZA et al., 2019a). Conforme Bolhar-Nordenkamp et al. (1989) e Porto et al. (2018), plantas que estejam em condições adequadas apresentam o valor do φ_{P0} entre 0,75 a 0,85.

A dissipação por centro de reação (DI₀/RC) teve efeito do manejo hídrico em duas doses de adubação de cova. Na dose de 0,00 g cova⁻¹, o menor valor (0,61) ocorreu na ausência do hidrotentor. Na dose de 576,00 g cova⁻¹, o menor valor (0,66) ocorreu na presença do hidrotentor (TABELA 6). Essa condição indica que quando havia a presença do hidrotentor doses mais altas de adubação não induziram uma maior dissipação de energia por centro de reação.

TABELA 18. Rendimento quântico máximo fotoquímico primário (φ_{P0}), rendimento quântico fotoquímico para dissipação de calor (φ_{D0}) e dissipação por centro de reação (DI₀/RC) em plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), sem a adição de hidrotentor e com a adição de hidrotentor sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	φ_{P0}	
	Sem hidrotentor	Com hidrotentor
0	0,76 a	0,72 a
72	0,76 a	0,77 a
144	0,72 a	0,75 a
288	0,74 a	0,74 a
576	0,70 b	0,75 a

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	φ_{D0}	
	Sem hidrotentor	Com hidrotentor
0	0,23 a	0,27 a
72	0,23 a	0,23 a
144	0,28 a	0,25 a
288	0,25 a	0,26 a
576	0,30 a	0,24 b

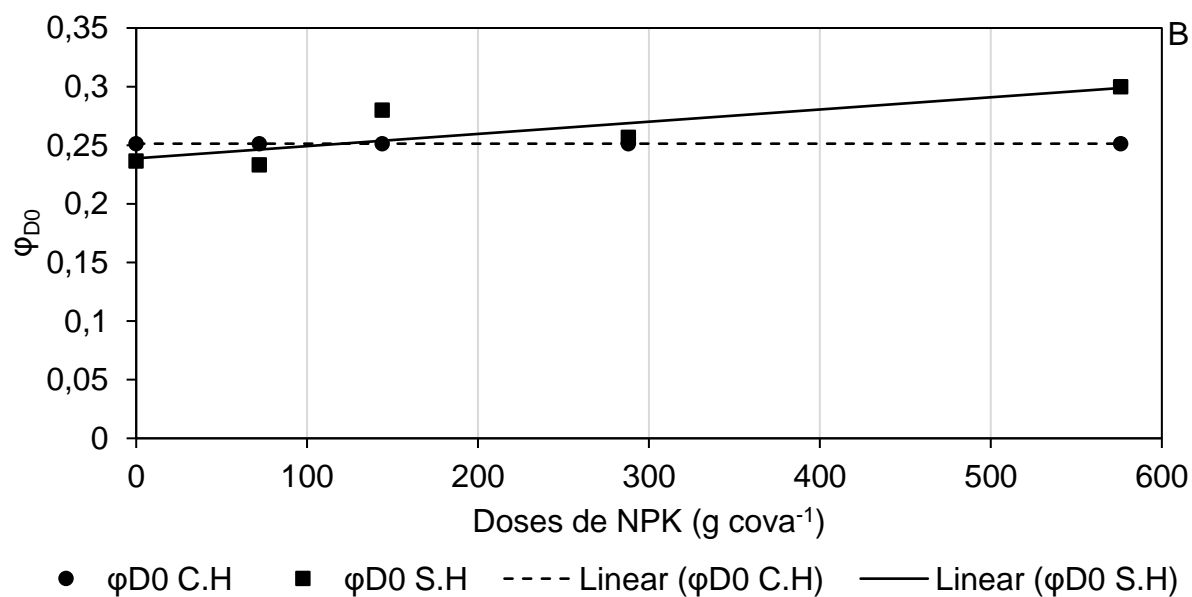
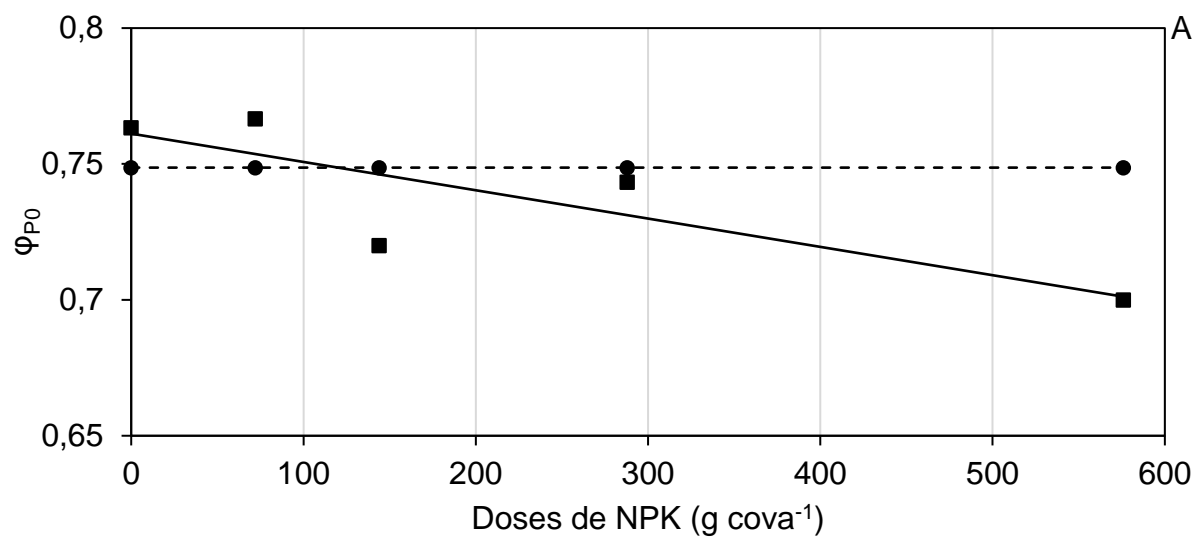
TABELA 6. CONTINUAÇÃO...

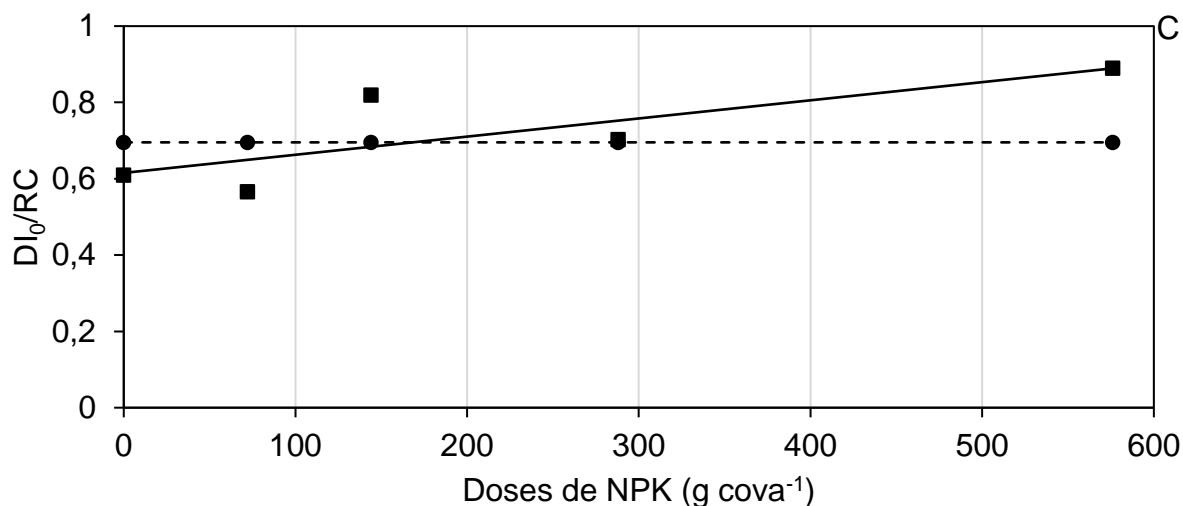
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	DI ₀ /RC	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	0,61 b	0,81 a
72	0,56 a	0,54 a
144	0,82 a	0,67 a
288	0,70 a	0,77 a
576	0,89 a	0,66 b

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de regressão determinou equações descritivas para o comportamento das variáveis, φ_{P0} , φ_{D0} e DI_0/RC dentro dos métodos de manejo hídrico (FIGURA 8). O rendimento quântico máximo fotoquímico primário (φ_{P0}) também apresentou um comportamento inversamente proporcional ao incremento da dose de adubação de cova, com o maior valor (0,761) obtido na dose de 0,00 g cova⁻¹. As variáveis φ_{D0} e DI_0/RC apresentaram um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação de cova, os maiores valores obtidos ocorreram na dose de 576,00 g cova⁻¹ e foram de 0,2964 e 0,9033 respectivamente. na dose de 576,00 g cova⁻¹.

Nesse estudo foi observado que na presença do hidretentor as plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*) não apresentaram diferenças significativas para as doses de adubação nas quatro variáveis φ_{P0} , φ_{D0} e DI_0/RC) analisadas. A condição hídrica do ambiente (déficit) é o fator abiótico mais limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas (He et al., 2013). O déficit hídrico altera o crescimento e o desenvolvimento das plantas por afetar suas funções fisiológicas e bioquímicas (Zobayed et al., 2007). A presença do hidretentor pode ter proporcionado um cenário onde a necessidade hídrica da planta foi suprida e assim mesmo em condições de baixa disponibilidade nutricional o processo fotossintético não foi afetado.





●	DI ₀ /RC C.H.	■	DI ₀ /RC S.H.	
----	Linear (DI ₀ /RC C.H.)	—	Linear (DI ₀ /RC S.H.)	
S.H	φ_{P0}	-0,0001x + 0,7612	$R^2 = 0,6907$	(48)
C.H	φ_{P0}	Média = 0,7487		
S.H	φ_{D0}	0,0001x + 0,2388	$R^2 = 0,6907$	(49)
C.H	φ_{D0}	Média = 0,2513		
S.H	DI ₀ /RC	0,0005x + 0,6153	$R^2 = 0,6276$	(50)
C.H	DI ₀ /RC	Média = 0,6953		

FIGURA 29. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidrotentor (S.H) e com a aplicação de hidrotentor (C.H) sobre o rendimento quântico máximo fotoquímico primário (φ_{P0}) (A), rendimento quântico fotoquímico para dissipação de calor (φ_{D0}) (B) e dissipação por centro de reação (DI₀/RC) (C) de plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

2.3.1.1.4. Ingá Mirim (*I. laurina*)

As plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) não apresentaram efeito de nenhum dos fatores estudados em nenhuma das variáveis analisadas (APÊNDICE 1). A espécie Ingá Mirim (*I. laurina*) pertence ao grupo ecológico das plantas pioneiras tendo como característica o crescimento rápido e a aptidão pela permanência em ambiente de luz plena (DE MORAES et al., 2012). Plantas pioneiras tem a capacidade de se estabelecer em solos com baixa fertilidade (PEREIRA & RODRIGUES, 2012). A capacidade adaptativa da espécie pode ter proporcionado a ela condições de se desenvolver mesmo em condições menos favoráveis, essa condição pode ter gerado as semelhanças estatísticas entre os tratamentos.

2.3.1.1.5. Murta de restinga (*M. guianensis*)

As plantas de Murta de restinga (*M. guianensis*) apresentaram efeito apenas do fator manejo hídrico apenas na variável ET_0/RC (TABELA 7). O maior valor de ET_0/RC foi obtido com a presença do hidroretentor (0,99). Esse resultado indica que os tratamentos influenciaram o fluxo de transporte da energia nos RC pelas plantas.

TABELA 19. Transporte de energia por centro de reação (ET_0/RC) em plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), sem a adição de hidroretentor e com a adição de hidroretentor na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

ET_0/RC	
Sem hidroretentor	Com hidroretentor
0,90 b	0,99 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

No presente estudo, a elevação de ET_0/RC em Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), quando houve a aplicação do hidroretentor associada a invariabilidade das oscilações dos demais parâmetros relacionados aos fluxos específicos de energia (ABS/RC , TR_0/RC e DI_0/RC) indicam que, a energia foi mais direcionada ao transporte de elétrons e não ocorrendo aumento significativo na dissipação de energia (DI_0/RC) essa foi utilizada no processo fotossintético.

2.3.1.2. Atributos foliares das plantas

Em relação aos atributos foliares, as plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*) e Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) tiveram efeito dos tratamentos empregados em pelo menos uma das variáveis analisadas (APÊNDICE 2). Os valores dos atributos foliares avaliados em plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) não diferiram significativamente quando submetidos aos tratamentos empregados (APÊNDICE 2).

2.3.1.2.1. Aroeira (*S. terebinthifolius*)

As plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) tiveram efeito apenas do fator adubação de cova na variável SUC. Porém, por meio da análise de regressão não foi possível estabelecer um modelo matemático que descrevesse o comportamento da variável. Pattison et al. (1998), Mielke et al.; (2005) e Silva et al. (2016) classificam a Aroeira (*S. terebinthifolius*) como uma espécie perenifólia, heliófita, pioneira e agressiva. Essas características estão quase sempre relacionadas a plantas que possuem grande adaptabilidade a condições inadequadas de desenvolvimento, o que pode ter contribuído para que a espécie mantivesse sua morfologia foliar invariável mesmo nas condições as quais foram submetidas no experimento realizado.

2.3.1.2.2. Cajá Mirim (*S. mombin*)

Nas plantas Cajá Mirim (*S. mombin*), os fatores avaliados tiveram interação e influenciaram sobre as variáveis MFA, AFE e IE (TABELA 8). As três variáveis tiveram diferenças significativas entre os métodos de manejo hídrico nas doses de adubação de cova de 72,00 e 576,00 g cova⁻¹. A MFA foi maior na presença do hidretentor valores encontrados foram de 70,56 e 47,66 g.m⁻² respectivamente (TABELA 8). A AFE, na presença do hidretentor, expressou as menores médias que foram de 151,37 e 209,83 cm².g⁻¹ respectivamente (TABELA 8). O IE, na presença do hidretentor, apresentou as maiores medias que foram de 25,00 e 17,00 g.cm⁻² respectivamente (TABELA 8).

Conforme Villar & Merino (2001), a MFA indica o ônus de formação da folha através da fixação do carbono. Altos valores de MFA indicam que o tecido foliar é mais denso e isso pode conferir mais resistência e longevidade à folha (CORNELISSEN et al., 2003), aspecto positivo para plantas em ambientes degradados. Porém a maior densidade tende a reduzir a difusão do CO₂ no interior da folha e, por consequência, a capacidade fotossintética (Witkowski & Lamont 1991; Niinemets 2001). Nos mesmos tratamentos as plantas de Cajá Mirim

(*S. mombin*) apresentaram os maiores valores de PI_{total} (TABELA 5) o que indica melhoria no desempenho fotossintético.

De acordo com Evans & Poorter (2001), o aumento da AFE é um fato importante para otimizar o ganho de carbono por unidade de massa foliar. O aumento da AFE geralmente implica na redução da espessura da folha (BJÖRKMANN, 1981; LAMBERS et al., 2008). Avaliando o efeito da irrigação sobre a estimativa da área foliar de *Hancornia speciosa*, Lobo et al. (2010) identificou que regime hídrico afetou a AFE das plantas. Folhas recém-expandidas das plantas irrigadas apresentam maiores valores de AFE que as não irrigadas, no entanto, essas diferenças são minimizadas com o envelhecimento das folhas (LOBO et al., 2008).

De acordo com Evans & Poorter (2001), o aumento da AFE é um fato importante para otimizar o ganho de carbono por unidade de massa foliar. O aumento da AFE geralmente implica na redução da espessura da folha (BJÖRKMANN, 1981; LAMBERS et al., 2008). Avaliando o efeito da irrigação sobre a estimativa da área foliar de *Hancornia speciosa*, Lobo et al. (2010) identificou que regime hídrico afetou a AFE das plantas. As plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) mantiveram os maiores valores de IE quando cultivadas com a aplicação do hidrotentor, cenário que pode ter favorecido o desenvolvimento dos mecanismos de resistência as condições ambientais encontradas.

TABELA 20. Massa fresca por área foliar (MFA), área foliar específica (AFE) e índice de esclerofilia (IE) em plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), sem a adição de hidrotentor e com a adição de hidrotentor sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	MFA (g.m ⁻²)	
	Sem hidrotentor	Com hidrotentor
0	45,67 a	48,25 a
72	48,65 b	70,56 a
144	46,27 a	54,21 a
288	49,24 a	50,24 a
576	31,87 b	47,66 a

TABELA 8. CONTINUAÇÃO...

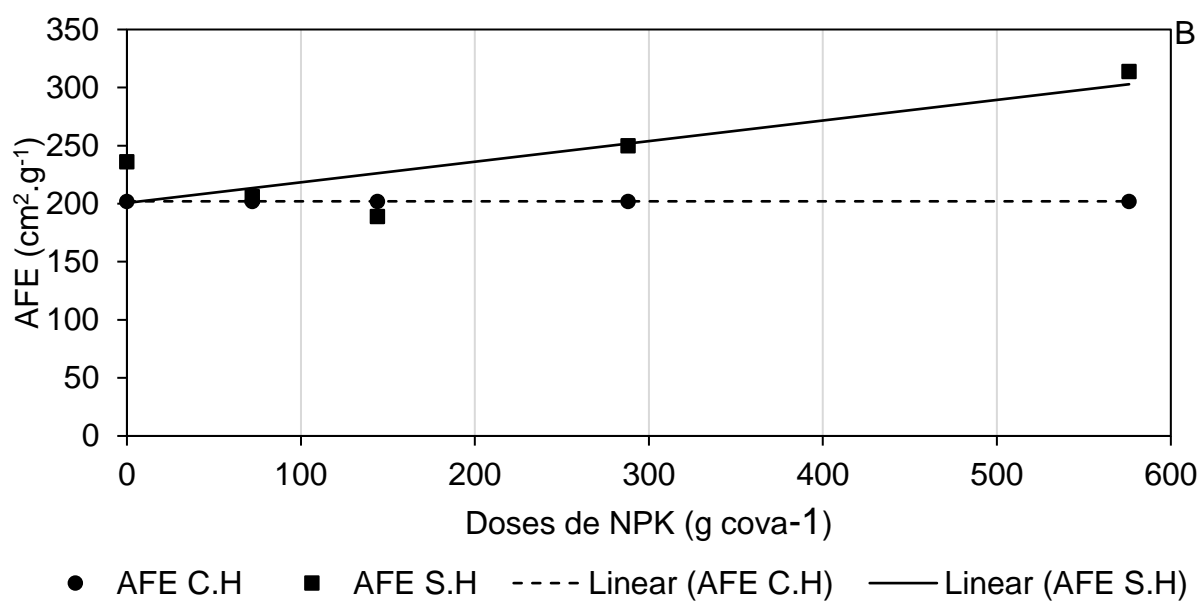
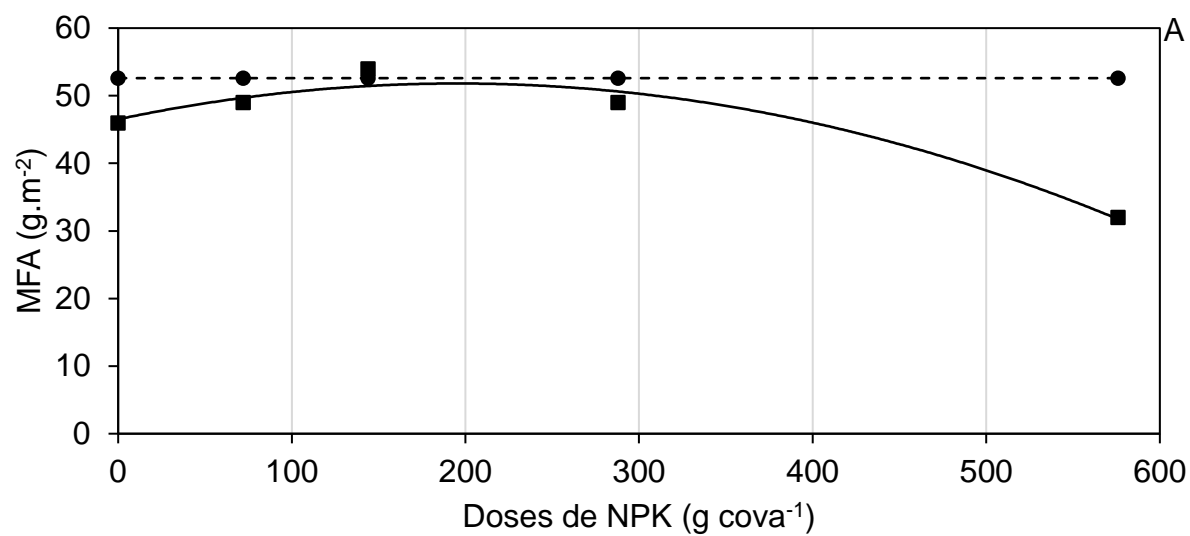
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	236,07 a	211,22 a
72	206,02 a	151,37 b
144	189,15 a	234,98 a
288	249,95 a	202,89 a
576	313,84 a	209,83 b

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	16,33 a	17,00 a
72	17,00 b	25,00 a
144	19,00 a	16,33 a
288	17,33 a	17,66 a
576	11,00 b	17,00 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A adubação quando avaliada dentro dos métodos de manejo hídrico não apresentou diferenças significativas entre as doses de adubação de cova quando ocorreu a aplicação do hidretentor para as variáveis MFA, AFE e IE (FIGURA 9). As medias encontradas foram 52,59 g.m⁻², 202,06 cm².g⁻¹ e 18,60 g.cm⁻², respectivamente. Quando não houve a aplicação do hidretentor, a MFA e o IE apresentaram um comportamento quadrático com os maiores valores 53,92 g.m⁻² e 18,23 g.cm⁻² obtidos com as doses 271,00 e 194,00 g cova⁻¹ respectivamente (FIGURA 9). A AFE apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação, o maior valor foi de 302,86 cm².g⁻¹ foi obtido na dose de 576,00 g cova⁻¹ (FIGURA 9).

Nesse estudo a presença do hidretentor provou um comportamento das variáveis MFA, AFE e IE das plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) em que as doses de adubação de cova não diferiram entre si, indicando que a presença do hidretentor proporcionou um ambiente similar para o desenvolvimento da planta. Lobo et al. (2010) afirmam que as condições hídricas afetam as características morfológicas das plantas, sendo a escassez uma condição que causa variabilidade.



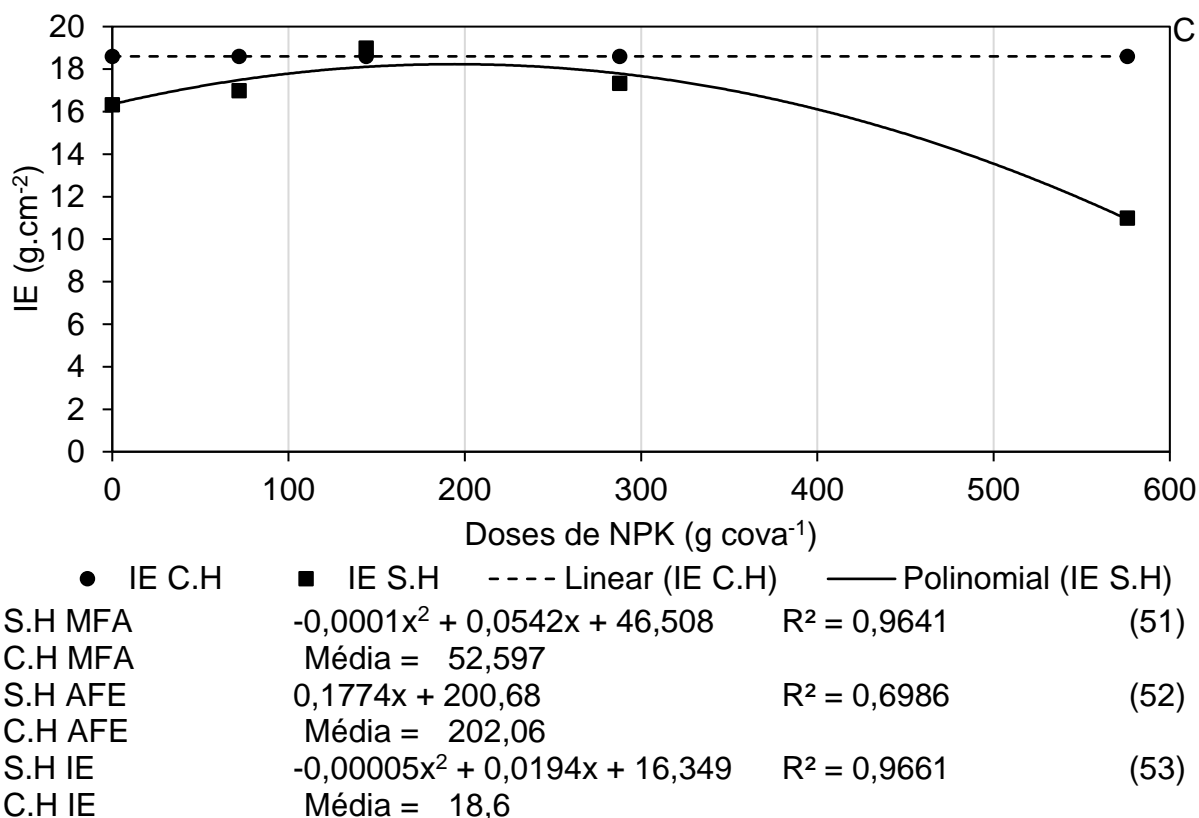


FIGURA 30. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidretentor (S.H) e com a aplicação de hidretentor (C.H) sobre a massa fresca por área foliar (MFA) (A), área foliar específica (AFE) (B) e o índice de esclerofilia (IE) (C) de plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

2.3.1.2.3. Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*)

As plantas Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) apresentaram interação entre os fatores avaliados e esses influenciaram sobre as variáveis MFA, AFE e IE e apresentaram efeito significativo do manejo hídrico nas doses de adubação de cova de 0,00, 72,00 e 576,00 g cova⁻¹ (TABELA 9). A MFA expressou as maiores médias quando ocorreu a aplicação do hidretentor, os valores encontrados foram de 104,05, 113,58 e 112,99 g.m⁻² respectivamente (TABELA 9). A AFE expressou as menores médias quando ocorreu a aplicação do hidretentor que foram de 98,97 89,28 e 89,37 cm².g⁻¹ respectivamente (TABELA 9). O IE apresentou as maiores medias quando ocorreu a aplicação do hidretentor que foram de 36,66, 40,00 e 40,00 g.cm⁻² respectivamente (TABELA 9).

Conforme Dyer et al. (2001), a MFA é um atributo que reflete o custo de construção, baseado no acúmulo de carbono para que isso ocorra, ou seja, a MFA indica a quantidade de fotoassimilados que a planta investe para formar a área foliar para captura de energia luminosa. Nas plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) o aumento nos valores de MFA encontrados no tratamento com hidroretentor (TABELA 9) pode indicar melhores condições ambientais para que a planta pudesse ativar os mecanismos de adaptabilidade. O aumento da MFA confere as folhas maior longevidade, essa característica é importante em ambientes em que ocorre limitação de recursos, e o custo de produzir uma nova folha é alto (WRIGHT et al., 2002).

De acordo com Evans & Poorter (2001), o aumento da AFE é um fato importante para otimizar o ganho de carbono por unidade de massa foliar. O aumento da AFE geralmente indica redução da espessura da folha (BJÖRKMANN, 1981; LAMBERS et al., 2008). Avaliando o efeito da irrigação sobre a estimativa da área foliar de *Hancornia speciosa*, Lobo et al. (2010) identificou que regime hídrico afetou a AFE das plantas. Folhas recém-expandidas das plantas irrigadas apresentam maiores valores de AFE que as não irrigadas, no entanto, essas diferenças são minimizadas com o envelhecimento das folhas (LOBO et al., 2008). A expansão foliar é extremamente sensível a falta de água e o aumento da AFE é uma resposta mais frequente a deficiência hídrica, que afeta não só o potencial fotossintético, mas também a produtividade da planta (PIMENTEL, 2004).

TABELA 21. Massa fresca por área foliar (MFA), área foliar específica (AFE) e índice de esclerofilia (IE) em plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), sem a adição de hidroretentor e com a adição de hidroretentor sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	MFA (g.m ⁻²)	
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor
0	87,17 b	104,05 a
72	85,02 b	113,58 a
144	99,68 a	108,02 a
288	98,29 a	105,84 a
576	99,09 b	112,99 a

TABELA 9. CONTINUAÇÃO...

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	118,69 a	98,97 b
72	121,36 a	89,28 b
144	93,69 a	101,69 a
288	96,36 a	103,20 a
576	102,31 a	89,37 b

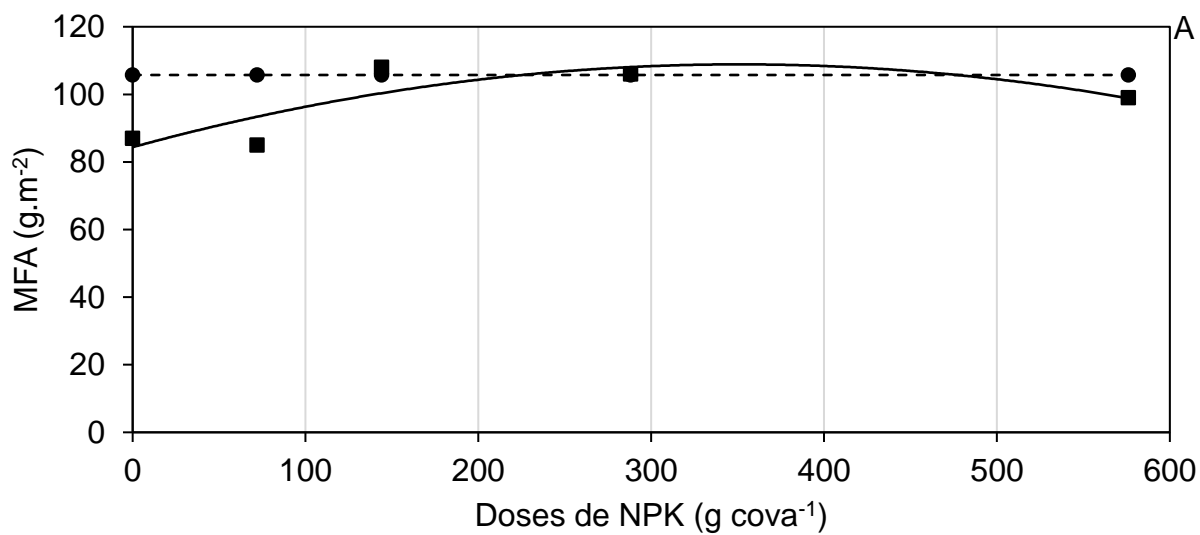
Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)	
	Sem hidretentor	Com hidretentor
0	30,66 b	36,66 a
72	30,00 b	40,00 a
144	38,33 a	35,00 a
288	37,66 a	34,33 a
576	35,00 a	40,00 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

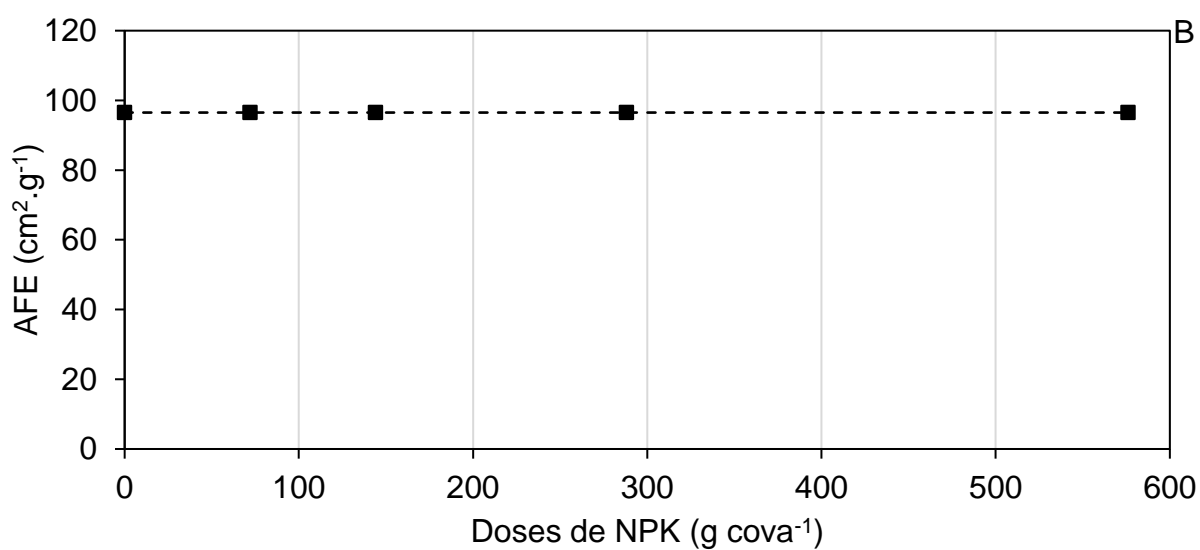
O fator adubação de cova quando avaliado dentro dos métodos de manejo hídrico não apresentou diferenças significativas entre as doses de adubação de cova quando ocorreu a aplicação do hidretentor para as variáveis MFA, AFE e IE (FIGURA 10) as médias encontradas foram 105,72, g.m⁻², 96,504 cm².g⁻¹ e 37,20 g.cm⁻² respectivamente. Quando não houve a aplicação do hidretentor, a MFA e o IE apresentaram um comportamento quadrático com os maiores valores 108,69 g.m⁻² e 39,11 g.cm⁻² obtidos com as doses 348,75 e 366,43 g cova⁻¹ respectivamente. (FIGURA 10). A análise de regressão não pode determinar um modelo matemático que descrevesse o comportamento da variável AFE em relação as doses de adubação de cova quando não ocorreu a aplicação do hidretentor (FIGURA 10B).

O comportamento das três variáveis referente as doses de adubação em relação a presença do hidretentor demonstra que esse tratamento proporcionou condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) em todo espectro de adubação avaliado. Taiz e Zeiger, (2014) afirmam que, com uma diminuição na área foliar a planta irá transpirar menos, conservando efetivamente um suprimento hídrico limitado no solo por um período mais longo. A

não variação da morfologia foliar na presença do hidreto de retentor indica uma condição hídrica adequada.



● MFA C.H. ■ MFA S.H. - - - - Linear (MFA C.H) — Polinomial (MFA S.H)



■ AFE C.H. - - - - Linear (AFE C.H)

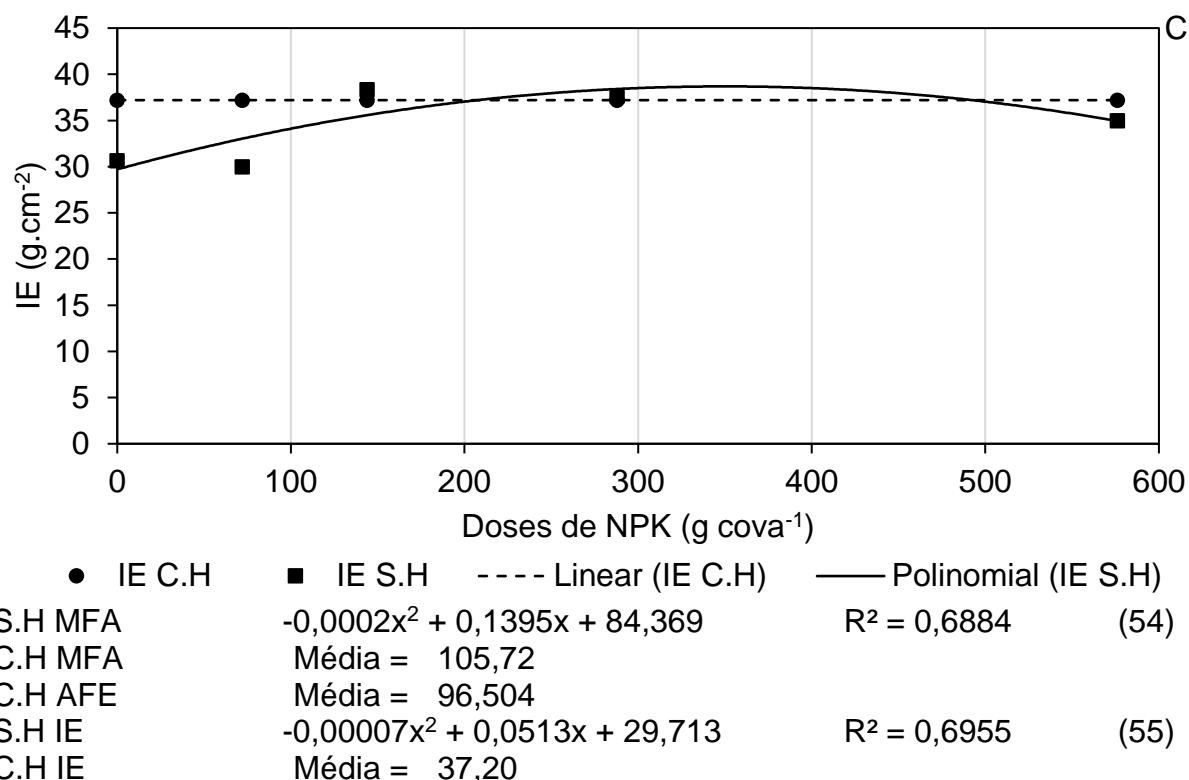


FIGURA 31. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidretentor (S.H) e com a aplicação de hidretentor (C.H) sobre a massa fresca por área foliar (MFA) (A), sobre a área foliar específica (AFE) (B) e o índice de esclerofilia (IE) (C) de plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

2.3.1.2.4. Ingá Mirim (*I. laurina*)

Corroborando com os dados apresentado na seção fluorescência transiente da clorofila *a*, sobre a espécie Ingá Mirim (*I. laurina*) as variáveis analisadas não apresentaram efeito de nenhum dos fatores estudados (APÊNDICE 2), o que reforça a hipótese da capacidade adaptativa da espécie, ter proporcionado a ela condições de se desenvolver mesmo em condições menos favoráveis.

2.3.1.2.5. Murta de Restinga (*M. guianensis*)

As plantas de Murta de Restinga (*M. guianensis*) não apresentaram diferenças significativas de nenhum fator de tratamento empregado em nenhuma das variáveis analisadas. A espécie Murta de Restinga (*M. guianensis*) aparenta sucesso em seu estabelecimento na área, apresentando um comportamento de

adaptabilidade as condições do ambiente. Essa adaptabilidade pode ter influenciado nos resultados obtidos com as avaliações.

2.3.2. Área experimental de Nova Era (restinga)

2.3.2.1. Fluorescência transiente da clorofila *a*

As espécies estudadas apresentaram diferentes respostas em relação aos parâmetros do teste JIP (APÊNDICE 3). As espécies Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*), não apresentaram interações entre os fatores testados nas variáveis que apresentaram resultados significativos para os parâmetros do teste JIP. As demais espécies, Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) apresentaram interação entre os fatores testados e respostas significativas dos tratamentos empregados em pelo menos um dos parâmetros obtidos com o teste JIP.

2.3.2.1.1. Aroeira (*S. terebinthifolius*)

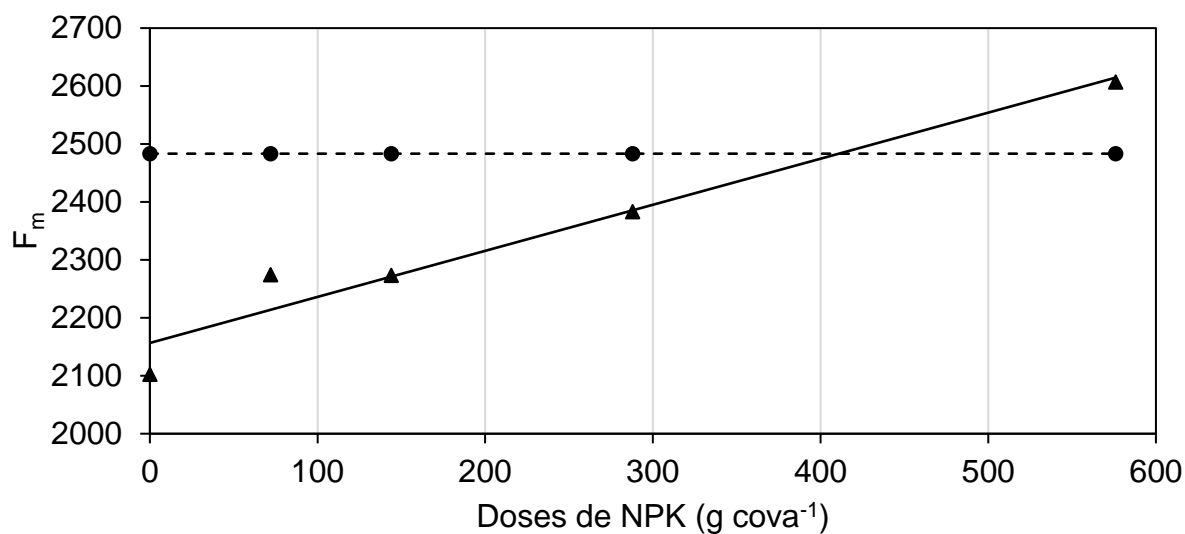
As plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) tiveram efeito da interação dos dois fatores estudados apenas na variável F_m (TABELA 10). Avaliando o efeito das doses de adubação de cada em cada método de manejo hídrico identificou-se a diferença entre os métodos de manejo apenas na dose 0,00 g cov⁻¹, onde o tratamento com irrigação por gotejamento apresentou o menor valor de F_m 2102,66. Novamente de acordo com Ecco et al. (2017) condições favoráveis elevam a F_m . Um solo de textura arenosa (TABELA 1) tende a sofrer efeitos de lixiviação mais acentuados se comparados a solos de textura argilosa, a irrigação utilizada como método de manejo hídrico pode ter deixado o solo arenoso em uma condição de lixiviação nutricional. Estudando a lixiviação do potássio sob diferentes lâminas de irrigação da Silva Albuquerque et al., (2011) identificou que a aplicação da lâmina de 120% da evapotranspiração da cultura com a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O ocasiona maiores perdas do potássio na forma de K₂O.

TABELA 22. Fluorescência máxima (F_m) em plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), sem a adição de hidretentor e com a adição de hidretentor sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	F_m		
	Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
0	2664,33 a	2526,16 a	2102,66 b
72	2286,83 a	2566,33 a	2274,33 a
144	2384,33 a	2412,66 a	2273,66 a
288	2700,00 a	2440,50 a	2383,50 a
576	2371,33 a	2470,75 a	2607,33 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de regressão identificou efeito da variação das doses de adubação de cova no método de manejo hídrico sem aplicação do hidretentor. Porém, não foi possível determinar um modelo de regressão para estimar o comportamento da variável nesse tratamento (FIGURA 11). Quando ocorreu a aplicação do hidretentor as médias das doses de adubação de cova não apresentaram diferenças estatísticas entre si, sendo a média encontrada 2483,28 (FIGURA 11). No método de manejo hídrico pela irrigação por gotejamento foi identificado um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação. A maior média de F_m 2614,57 foi obtida com a dose adubação de cova de 576,00 g cova⁻¹. O resultado obtido corrobora com da Silva et al., (2015) que estudando o efeito de lâminas de irrigação sobre a fluorescência da clorofila *a* em plantas de beringela encontrou um aumento na F_m com o aumento das lâminas de irrigação não havendo dano no aparelho fotossintético. O aumento da F_m (FIGURA 11) pode estar relacionado com o aumento da SUC (FIGURA 15) que indica um tecido foliar mais saudável.



● F_m C.H ▲ F_m C.I - - - - Linear (F_m C.H) — Linear (F_m C.I)

F_m C.H Média = 2483,3

F_m C.I 0,7951x + 2156,6

R² = 0,9519 (56)

FIGURA 32. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidretentor (S.H), com a aplicação de hidretentor (C.H) e com o uso de irrigação (C.I) sobre a fluorescência máxima (F_m) de plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

A variável φ_{E0} sofreu efeito significativo apenas do fator manejo hídrico (TABELA 11). A φ_{E0} apresentou o menor valor 0,3953 no tratamento com a irrigação por gotejamento (TABELA 11). A queda desse parâmetro indica queda no desempenho fotossintético da planta (SILVA et al., 2019) indicando que o tratamento com irrigação não beneficiou a fotossíntese em plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*).

TABELA 23. Eficiência quântica da transferência de um elétron da Q_A para a cadeia de transporte de elétrons além da Q_A (φ_{E0}) e Captura por centro de reação (TR₀/RC) em plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com uso de irrigação na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

φ_{E0}		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
0,4486 a	0,4620 a	0,3953 b

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2.1.2. Cajá Mirim (*S. mombin*)

Nas plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) ocorreu efeito da interação dos fatores estudados na variável F_0 . Os métodos de manejo de irrigação diferenciaram-se nas doses de adubação de cova de 0,00, 288,00, e 576,00 g cova⁻¹. Na dose de adubação de cova de 0,00 g cova⁻¹ o menor valor de F_0 foi obtido quando não ocorreu a aplicação do hidrotentor (TABELA 12). Na dose de adubação de cova de 288,00 g cova⁻¹ a ausência do hidrotentor e apresentaram estatisticamente os menores valores de F_0 (TABELA 12). Na dose de adubação de cova de 576,00 g cova⁻¹ o menor valor de F_0 foi obtido sem a aplicação do hidrotentor (TABELA 12).

Bolhàr-Nordenkampf et al. (1989) afirma que o valor da F_0 pode aumentar quando os centros de reação da fotossistema II estão comprometidos, ou se a transferência da energia de excitação da antena para os centros de reação esteja prejudicada. A irrigação no solo arenoso pode ter provocado um estresse fisiológico nas plantas, devido ao potencial de lixiviação nutricional que possui, o que pode comprometer os centros de reação do fotossistemas II. Segundo Kalaji et al (2014) a deficiência nutricional pode refletir em alterações em todos os parâmetros do teste JIP.

TABELA 24. Fluorescência mínima (F_0) em plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), sem a adição de hidrotentor, com a adição de hidrotentor e com o uso de irrigação sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	F_0		
	Sem hidrotentor	Com hidrotentor	Com irrigação
0	495,50 b	575,50 a	593,33 a
72	536,00 a	593,60 a	563,83 a
144	500,83 a	511,50 a	574,33 a
288	505,58 b	465,83 b	596,83 a
576	507,75 b	595,50 a	537,50 ab

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A F_0 não diferiu estatisticamente em relação as doses de adubação de cova quando avaliadas dentro dos tratamentos sem aplicação de hidretentor e com o uso de irrigação e apresentaram valores médios de 509,13 e 573,17 respectivamente (FIGURA 12). Quando avaliada dentro método de manejo hídrico com a presença de hidretentor a F_0 apresentou um comportamento quadrático com o menor valor 484,18 na dose de adubação de cova de 290,71 g cova⁻¹ (FIGURA 12).

O valor da F_0 pode ser alterado pelas condições ambientais. Segundo Bolhàr-Nordenkampf et al (1989), a F_0 pode aumentar caso os centros de reação do PSII estejam comprometidos, ou se a transferência da energia de excitação da antena para os centros de reação esteja comprometida. A deficiência nutricional pode provocar elevações nos valores da F_0 (CONROY et al, 1986). O fato de apenas o tratamento com a utilização da irrigação por gotejamento pode estar ligado ao efeito da baixa capacidade de retenção nutricional presente no solo arenoso.

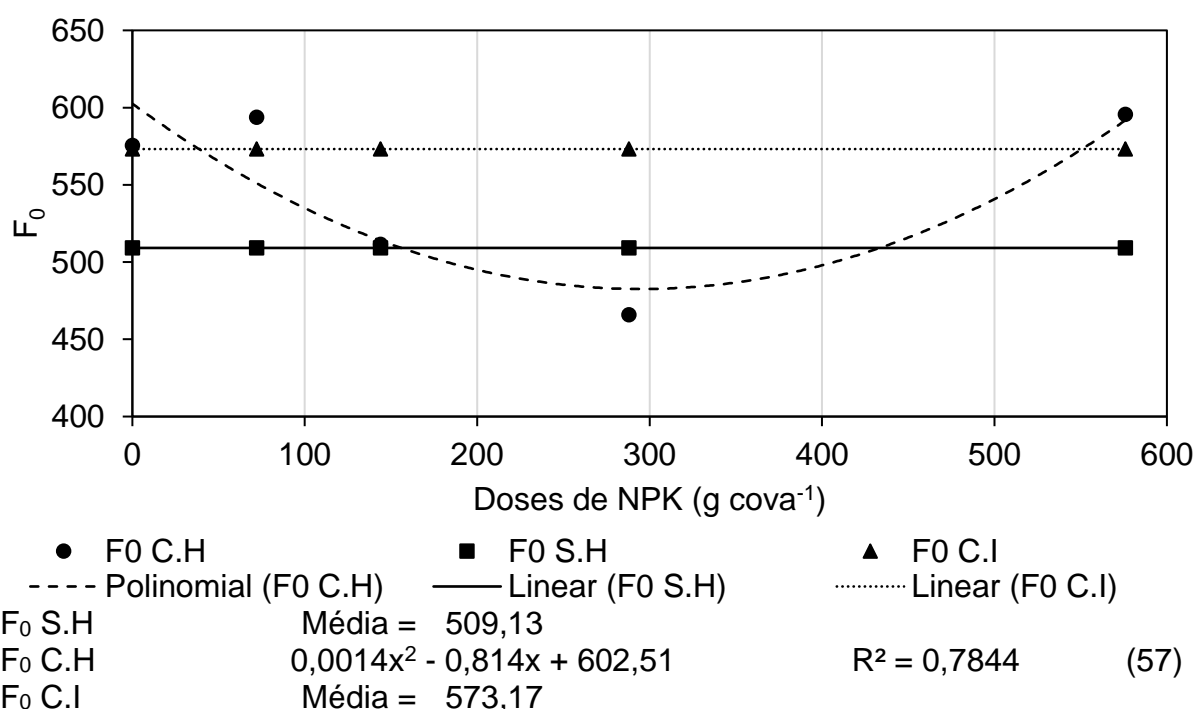


FIGURA 33. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidretentor (S.H), com a aplicação de hidretentor (C.H) e com o uso de irrigação (C.I) sobre a fluorescência mínima (F_0) de plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

As variáveis do teste JIP ϕ_{E0} , ABS/RC, TR_0/RC e PI_{total} apresentaram efeito do fator manejo de irrigação (TABELA 13). A ϕ_{E0} apresentou a maior média nos tratamentos sem e com a aplicação de hidretentor 0,47 e 0,45 respectivamente. O ABS/RC e a TR_0/RC apresentaram as maiores médias 2,72 e 2,09 respectivamente no tratamento com a irrigação. O PI_{total} apresentou o menor valor 4,99 no tratamento com irrigação. A realização da irrigação nas plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) diminuiu a performance do processo fotossintético.

TABELA 25. Eficiência quântica da transferência de um elétron da Q_A para a cadeia de transporte de elétrons além da Q_A (ϕ_{E0}), fluxo específico de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC), (TR_0/RC) e Índice de desempenho total (PI_{total}) em plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com o uso de irrigação na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

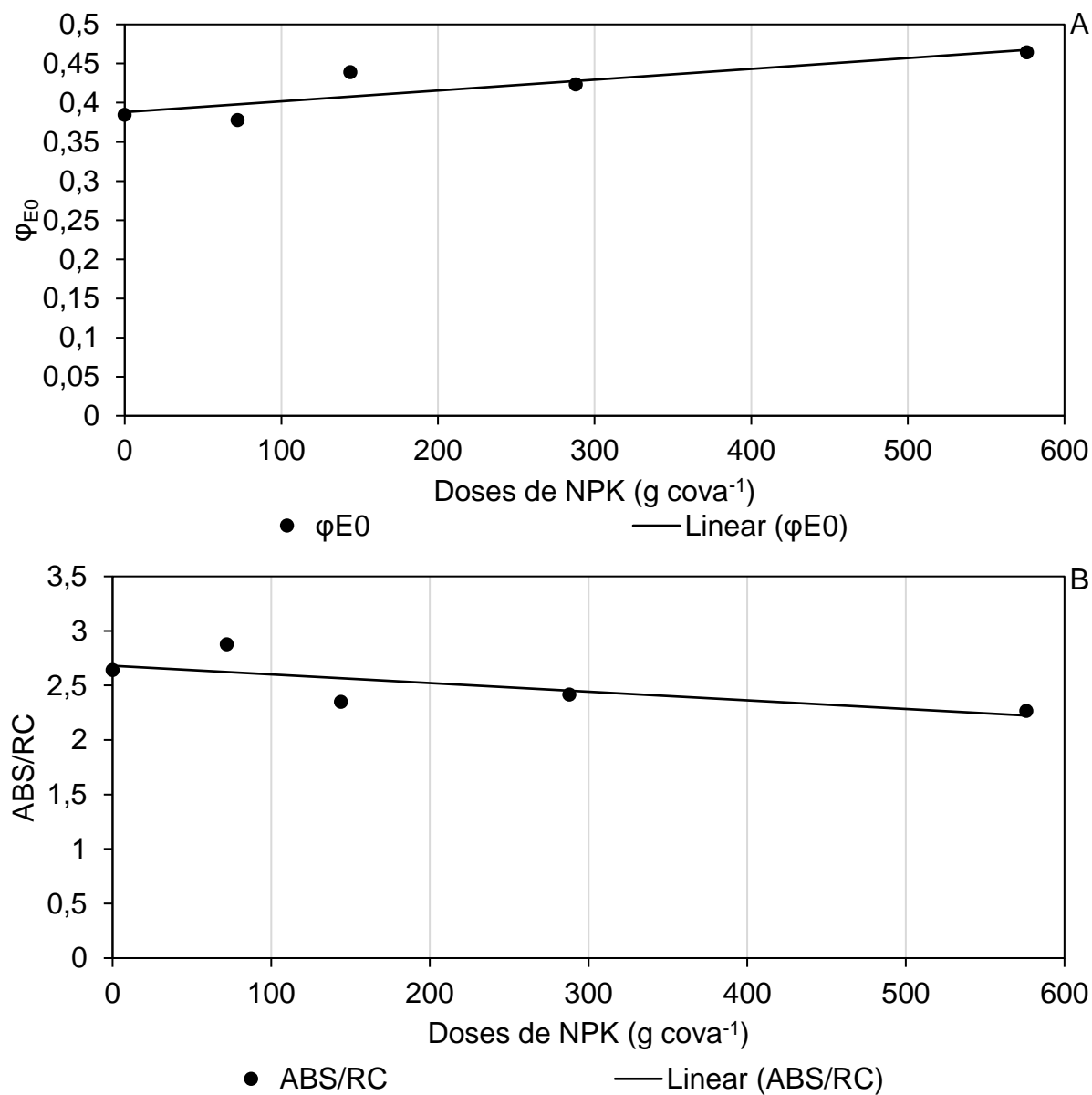
ϕ_{E0}		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
0,47 a	0,45 a	0,39 b
ABS/RC		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
2,22 b	2,32 b	2,72 a
TR_0/RC		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
1,78 b	1,82 b	2,09 a
PI_{total}		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
7,53 a	7,15 a	4,99 b

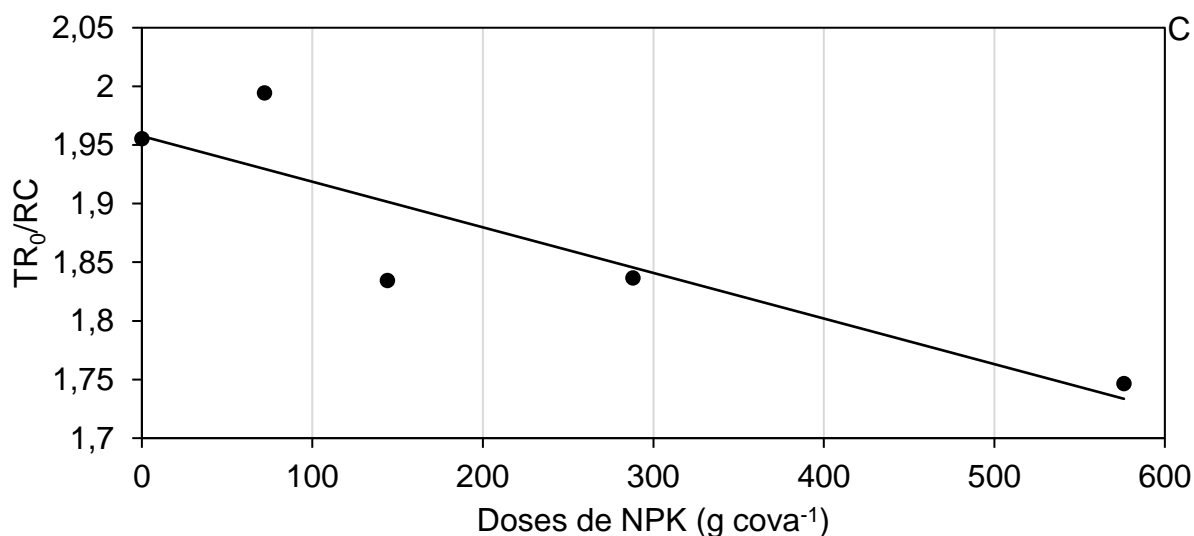
As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2.1.3. Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*)

Nas plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*) a adubação de cova teve efeito significativo sobre a ϕ_{E0} , o ABS/RC e sobre a TR_0/RC (FIGURA 14). A ϕ_{E0} apresentou um comportamento linear proporcional ao incremento da adubação de cova sendo que seu maior valor foi de 0,4455 na dose de 576,00 g cova⁻¹ (FIGURA 15). O ABS/RC e a TR_0/RC apresentaram um comportamento linear inversamente proporcional ao incremento da dose de adubação de cova sendo as menores médias

obtidas 2,2198 e 1,7272 respectivamente obtidos com a dose de 576,00 g cov^a_l⁻¹ (FIGURA 15).





	● TR ₀ /RC	— Linear (TR ₀ /RC)	
Φ_{E0}	$0,0001x + 0,3879$	$R^2 = 0,7372$	(58)
ABS/RC	$-0,0008x + 2,6806$	$R^2 = 0,5288$	(59)
TR ₀ /RC	$-0,0004x + 1,9576$	$R^2 = 0,7776$	(60)

FIGURA 34. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre a eficiência quântica da transferência de um elétron da Q_A para a cadeia de transporte de elétrons além da Q_A (Φ_{E0}) (A), fluxo específico de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC) (B) e captura por centro de reação (TR₀/RC) (C) de plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

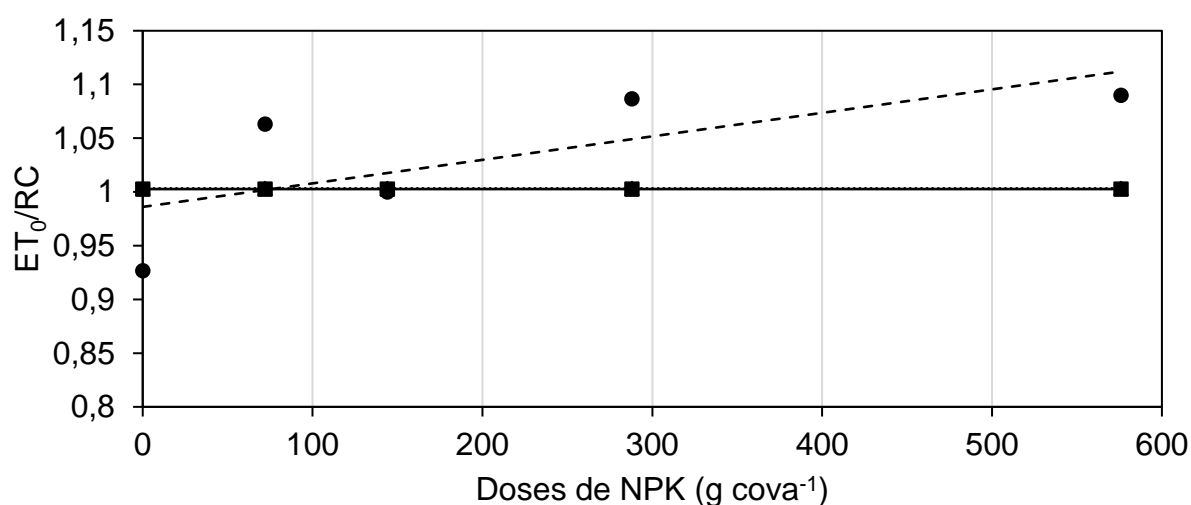
Os fatores estudados, manejo hídrico e dose de adubação de cova tiveram interação sobre o ET₀/RC (TABELA 14). A variável apresentou diferenças entre os métodos de manejo hídrico nas doses de adubação de cova de 72,00 e 576,00 g cova⁻¹, as menores médias foram obtidas nos tratamentos sem a aplicação do hidretentor 0,92 e 1,05 respectivamente (TABELA 14).

TABELA 26. Transporte por centro de reação (ET₀/RC) em plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com o uso de irrigação sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	ET ₀ /RC		
	Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
0	1,02 a	0,92 a	1,02 a
72	0,92 b	1,06 ab	1,06 a
144	1,06 a	1,00 a	0,98 a
288	0,96 a	1,08 a	0,97 a
576	1,05 b	1,09 ab	0,97 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O ET_0/RC não apresentou diferenças significativas quando submetidos a diferentes doses de adubação de cova nos métodos de manejo hídrico sem a aplicação do hidrotentor e com o uso de irrigação por gotejamento sendo as médias encontradas 1,0027 e 1,0033 respectivamente (FIGURA 15). Quando ocorreu a aplicação do hidrotentor o ET_0/RC apresentou um comportamento proporcional ao incremento da adubação de cova sendo o maior valor 1,1013, obtido na dose de 576,00 g cova⁻¹ (FIGURA 14).



● ET₀/RC C.H ■ ET₀/RC S.H ▲ ET₀/RC C.I
 - - - - Linear (ET₀/RC C.H) — Linear (ET₀/RC S.H) Linear (ET₀/RC C.I)
 ET₀/RC S.H Média = 1,0027
 ET₀/RC C.H 0,0002x + 0,9861 R² = 0,5103 (61)
 ET₀/RC C.I Média = 1,0033

FIGURA 35. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidrotentor (S.H), com a aplicação de hidrotentor (C.H) e com o uso de irrigação (C.I) sobre o transporte por centro de reação (ET_0/RC) de plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

A adubação de cova teve efeito significativo sobre o PI_{abs} . Porém a análise de regressão não pode estimar um modelo que explicasse o comportamento dessa variável. O PI_{abs} é o parâmetro do teste JIP que representa o desempenho de todos os processos fotoquímicos relacionados ao fotossistema II. O PI_{abs} indica a o desempenho fisiológico da planta principalmente no que se refere aos efeitos das condições do ambiente encontrado (STRASSER et al., 2004; REDILLAS et al., 2011; STIRBET et al., 2014).

O PI_{abs} sofreu efeito do método de manejo hídrico sendo que a irrigação por gotejamento apresentou a menor média 4,23. Os métodos sem hidretentor e com hidretentor não diferiram entre si (TABELA 15).

TABELA 27. Índice de desempenho total (PI_{total}) em plantas de Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com o uso de irrigação na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

PI_{total}		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
6,04 a	5,27 a	4,23 b

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2.1.4. Ingá Mirim (*I. laurina*)

Em plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) apenas a F_0 foi influenciada pelo fator manejo hídrico. A menor F_0 foi obtida no tratamento sem a aplicação de hidretentor e foi de 558,30 (TABELA 16).

TABELA 28. Fluorescência mínima (F_0) em plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*), sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com uso de irrigação na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

F_0		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
558,30 b	605,76 a	637,48 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.3.2.1.5. Murta de restinga (*M. guianensis*)

As plantas de Murta de restinga (*M. guianensis*) apresentaram efeitos apenas no fator manejo hídrico (APÊNDICE 3). As variáveis que apresentaram diferenças significativas nos tratamentos empregados foram: F_0 , φ_{P0} , φ_{E0} , φ_{D0} , ABS/RC, TR₀/RC, DI₀/RC, PI_{abs} e PI_{total} (TABELA 17).

A F_0 expressou a maior média 682,35 no tratamento com irrigação por gotejamento (TABELA 17). O φ_{P0} e a φ_{E0} tiveram os menores valores no tratamento com irrigação por gotejamento que foram 0,73 e 0,30 respectivamente. O φ_{D0} , o

ABS/RC, a TR_0/RC e a DI_0/RC tiveram as maiores médias expressadas no tratamento com irrigação por gotejamento, com os valores médios de 0,26, 2,61, 1,92 e 0,69 respectivamente. O PI_{abs} teve a menor média 3,35, no tratamento com irrigação por gotejamento e o PI_{total} o menor valor no tratamento com irrigação por gotejamento, porém esse não diferiu significativamente do tratamento com a aplicação de hidrotentor.

Em contraste com a área experimental da área de empréstimo de argila, as plantas de Murta de restinga (*M. guianensis*), na área de extração de areia apresentaram diferenças significativas e muitas variáveis do teste JIP. O ambiente de restinga é constante exposto a movimentação da areia (soterramento), incidência de ventos forte, períodos de déficit hídricos sucedidos de períodos de alagamento, alta salinidade, pobreza de nutrientes no solo, excesso de calor e luminosidade (RIZZINI, 1997). Segundo Araújo et al., (2004) a ocorrência desses fatores faz com que a restinga se torne um ambiente extremamente frágil. Essa variabilidade ambiental pode estar relacionada com os resultados obtidos.

TABELA 29. Fluorescência mínima (F_0), rendimento quântico máximo fotoquímico primário (ϕ_{P0}), Eficiência quântica da transferência de um elétron da Q_A para a cadeia de transporte de elétrons além da Q_A (ϕ_{E0}), rendimento quântico fotoquímico para dissipação de calor (ϕ_{D0}), Fluxo específico de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC), Captura por centro de reação (TR_0/RC), Dissipação por centro de reação (DI_0/RC), Índice de desempenho potencial (PI_{abs}) e Índice de desempenho total (PI_{total}) em plantas de Murta de restinga (*M. guianensis*), sem a adição de hidrotentor, com a adição de hidrotentor e com uso de irrigação na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

F_0		
Sem hidrotentor	Com hidrotentor	Com irrigação
611,53 b	654,56 ab	682,35 a
ϕ_{P0}		
Sem hidrotentor	Com hidrotentor	Com irrigação
0,77 a	0,77 a	0,73 b
ϕ_{E0}		
Sem hidrotentor	Com hidrotentor	Com irrigação
0,43 a	0,44 a	0,30 b
ϕ_{D0}		
Sem hidrotentor	Com hidrotentor	Som irrigação
0,22 b	0,23 b	0,26 a

TABELA 17. CONTINUAÇÃO...

ABS/RC		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
1,96 b	1,94 b	2,61 a
TR ₀ /RC		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
1,52 b	1,49 b	1,92 a
DI ₀ /RC		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
0,44 b	0,45 b	0,69 a
PI _{abs}		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
5,35 a	5,34 a	3,35 b
PI _{total}		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
5,98 a	5,10 ab	4,14 b

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

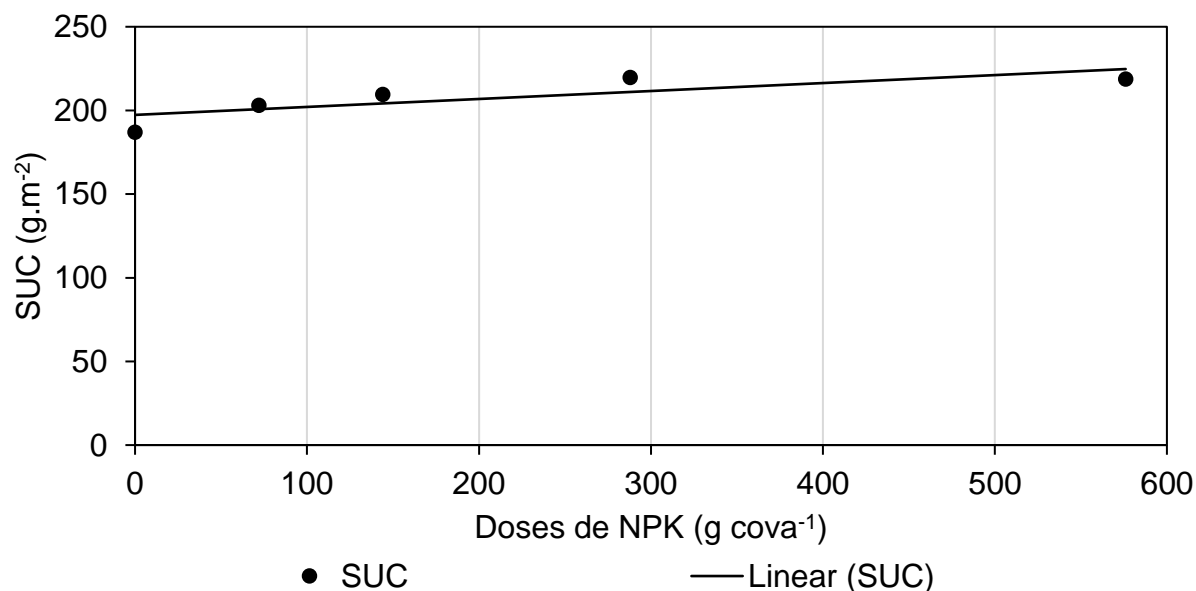
2.3.2.2. Atributos foliares das plantas

Todas as plantas avaliadas, Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) tiveram efeito dos tratamentos empregados em pelo menos uma das variáveis analisadas (APÊNDICE 4).

2.3.2.2.1. Aroeira (*S. terebinthifolius*)

As plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) tiveram efeito do fator adubação de cova na variável SUC (FIGURA 15), apresentando um comportamento linear proporcional ao incremento da dose de adubação de cova. A maior média encontrada para a SUC foi de 224,73 g.m⁻² na dose de 576,00 g cova⁻¹. A suculência do tecido foliar de uma planta se relaciona com a espessura desse tecido. Folhas mais espessas tendem a reter mais água (MELO JÚNIOR & BOEGER, 2016) o que proporciona melhor desenvolvimento das plantas nessas condições. Conforme Arruda et al. (2009) o grau de suculência, está relacionado com o conteúdo de água nas células, é influenciado pela disponibilidade hídrica e nutricional do solo. O

resultado desse estudo, indica que as plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) se adaptaram melhor as doses mais altas de adubação de cova.



$$\text{SUC} = 0,0476x + 197,32 \quad R^2 = 0,65 \quad (62)$$

FIGURA 36. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre a suculência (SUC) de plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

As plantas Aroeira (*S. terebinthifolius*), apresentaram interação entre os fatores avaliados nas variáveis MFA, AFE e IE (TABELA 18). A MFA apresentou diferenças estatísticas entre os métodos de manejo hídrico empregados nas doses de adubação de cova de 72,00 e 576,00 g cova⁻¹. Na dose de 72,00 g cova⁻¹ a maior MFA (146,05 g.m⁻²) ocorreu no tratamento sem a aplicação do hidretentor e essa não diferiu estatisticamente da do valor 124,90 g.m⁻², que ocorreu no tratamento com a aplicação do hidretentor (TABELA 18). Na dose de 576,00 g cova⁻¹ a maior MFA 136,22 g.m⁻² ocorreu no tratamento com a utilização da irrigação por gotejamento e essa não diferiu estatisticamente da do valor 132,55 g.m⁻² que ocorreu no tratamento com a aplicação do hidretentor (TABELA 18). O aumento da MFA indica uma maior longevidade foliar e o que é extremamente relevante em ambientes em que ocorre limitação de recursos, e o custo de produzir uma nova folha é alto (WRIGHT et al., 2002).

A AFE apresentou diferenças estatísticas entre os métodos de manejo hídrico nas doses de adubação de cova de 72,00 e 288,00 g cova⁻¹. Na dose de adubação de cova de 72,00 g cova⁻¹ o maior valor (92,53 cm².g⁻¹), de AFE foi encontrado no método de manejo hídrico com a irrigação por gotejamento, e esse não diferiu estatisticamente do valor 80,65 cm².g⁻¹, encontrado com a utilização do hidretentor (TABELA 18). Na dose de adubação de cova de 288,00 g cova⁻¹ ocorreu um comportamento inverso sendo o maior valor (98,67 cm².g⁻¹), de AFE foi encontrado no método de manejo hídrico sem a utilização do hidretentor e esse não diferiu estatisticamente do valor 88,73 cm².g⁻¹, encontrado com a utilização da irrigação por gotejamento (TABELA 18).

A área foliar específica (AFE) é uma característica que indica a estratégia do uso de recursos e do crescimento da planta (WILSON et al., 1999). Segundo Vendramini et al. (2002) plantas que se desenvolvem em um ambiente com recursos limitantes, como a limitação hídrica, desenvolvem uma menor AFE, quando comparado com plantas que se desenvolvem sem tais limitações.

O IE apresentou as maiores medias quando ocorreu a aplicação do hidretentor nas doses de adubação de cova de 72,00 288,00 e 576,00 g cova⁻¹. Na dose de adubação de cova de 72,00 g cova⁻¹ o maior valor 51,33 cm².g⁻¹, do IE foi encontrado no método de manejo hídrico sem a utilização do hidretentor e esse não diferiu estatisticamente do valor 44,00 cm².g⁻¹, encontrado com a utilização do hidretentor (TABELA 18). Na dose de adubação de cova de 288,00 g cova⁻¹ o maior valor 44,00 cm².g⁻¹, do IE foi encontrado no método de manejo hídrico com a utilização do hidretentor e esse não diferiu estatisticamente do valor 40,00 cm².g⁻¹, encontrado com a utilização da irrigação por gotejamento (TABELA 18). Na dose de adubação de cova de 576,00 g cova⁻¹ o maior valor 48,00 cm².g⁻¹, do IE foi encontrado no método de manejo hídrico com a utilização da irrigação por gotejamento e esse não diferiu estatisticamente do valor 46,66 cm².g⁻¹, encontrado com a utilização hidretentor (TABELA 18).

TABELA 30. Massa fresca por área foliar (MFA), Área foliar específica (AFE) e Índice de esclerofilia (IE) em plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), sem a adição de

hidroretentor, com a adição de hidroretentor e com o uso de irrigação sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	MFA (g.m ⁻²)		
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor	Com irrigação
0	92,34 a	110,41 a	91,94 a
72	146,05 a	124,90 ab	109,02 b
144	114,38 a	122,12 a	110,21 a
288	102,07 a	124,50 a	113,39 a
576	112,19 b	132,55 ab	136,22 a

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	AFE (cm ² .g ⁻¹)		
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor	Com irrigação
0	110,95 a	90,82 b	110,80 a
72	69,63 b	80,65 ab	92,53 a
144	89,27 a	82,49 a	91,14 a
288	98,67 a	81,22 b	88,73 ab
576	90,94 a	76,20 a	74,22 a

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)		
	Sem hidroretentor	Com hidroretentor	Com irrigação
0	32,66 a	38,66 a	32,33 a
72	51,33 a	44,00 ab	38,33 b
144	40,00 a	43,00 a	39,00 a
288	35,66 b	44,00 a	40,00 ab
576	39,33b	46,66 ab	48,00 a

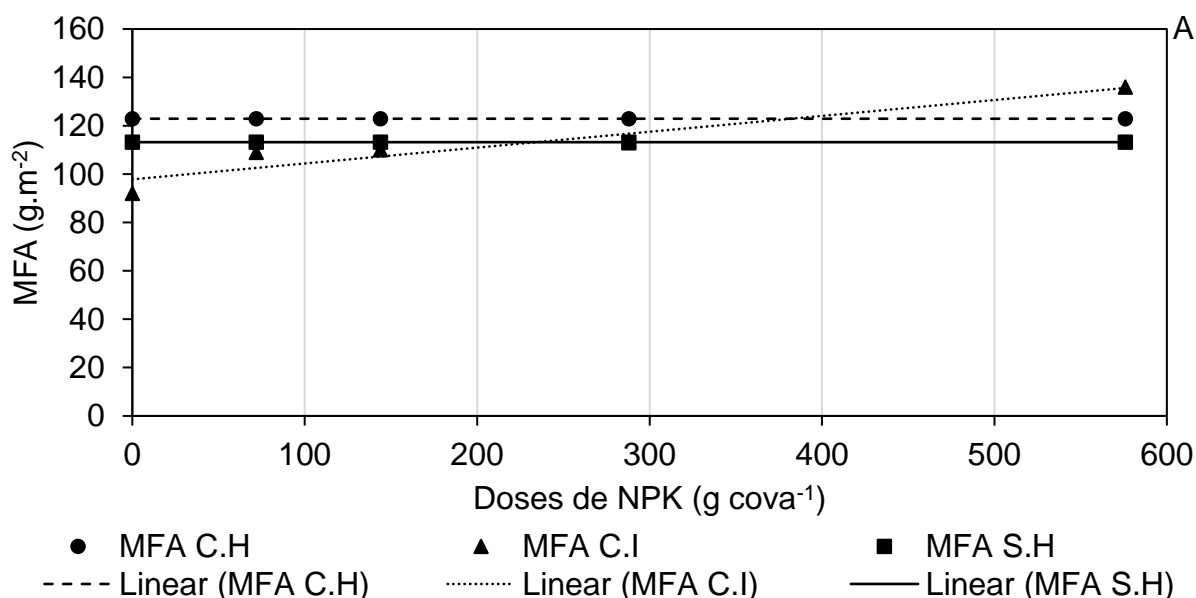
As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Nas condições do estudo os resultados obtidos com o uso da irrigação por gotejamento não diferiram em sua maioria dos resultados obtidos com o uso do hidroretentor o que indica a viabilidade da utilização do hidroretentor. A incorporação do hidroretentor no solo prolonga o período de retenção da água advinda da precipitação no solo (HUTTERMANN et al., 1999). A presença do hidroretentor proporcionou as plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), melhores condições de desenvolvimento.

A adubação quando avaliada dentro dos métodos de manejo hídrico apresentou diferenças significativas entre as doses de adubação de cova quando ocorreu a utilização da irrigação por gotejamento para as variáveis MFA, AFE e IE (FIGURA 16). As medias encontradas foram 113,20 g.m⁻², 92,00 cm².g⁻¹ e 0,39 g.cm⁻².

² respectivamente no tratamento sem a aplicação do hidretentor e $122,90 \text{ g.m}^{-2}$, $82,27 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ e $0,43 \text{ g.cm}^{-2}$ respectivamente no tratamento com a aplicação do hidretentor (FIGURA 16). Quando houve a irrigação por gotejamento a MFA e o IE apresentaram um comportamento proporcional ao aumento da dose de adubação de cova com os maiores valores $135,61 \text{ g.m}^{-2}$ e $47,96 \text{ g.cm}^{-2}$ respectivamente obtidos com as doses $576,00 \text{ g cova}^{-1}$ (FIGURA 16). A AFE apresentou um comportamento linear inversamente proporcional ao incremento da adubação, o maior valor foi de $102,93 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ foi obtido na dose de $0,00 \text{ g cova}^{-1}$ (FIGURA 16).

O processo de lixiviação nutricional é bastante acentuado em solos arenosos, e a irrigação pode acentuar esse processo (ERNANI, 1999 e BORTOLINI, 2000). Durante o processo em que se dá a lixiviação considerando-se que a solução que se movimenta verticalmente no solo é uma mistura entre a solução de solo e a água adicionada, o tempo de lixiviação do pool nutricional do solo é proporcional à concentração inicial do nutriente na solução no solo (Ernani et al., 2003). Desse modo mesmo com o possível aumento da lixiviação nutricional provocada pela irrigação por gotejamento as doses mais altas de adubação mantiveram os níveis de nutrientes no solo disponíveis por mais tempo.



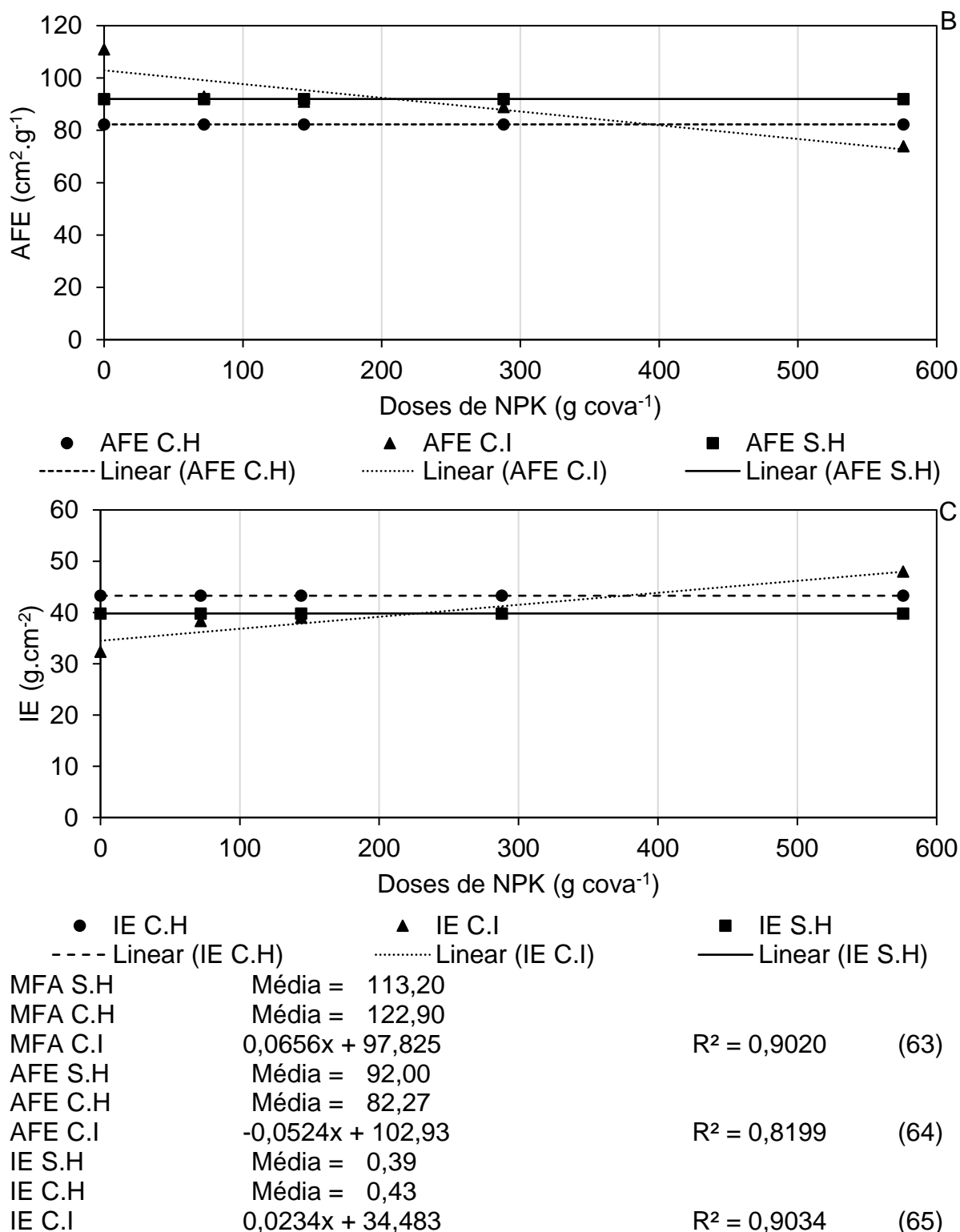


FIGURA 37. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidretentor (S.H), com a aplicação de hidretentor (C.H) e com o uso de irrigação (C.I) sobre a massa fresca por área foliar (MFA) (A), área foliar específica (AFE) (B) e índice de esclerofilia (IE) (C) de plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

2.3.2.2.2. Cajá Mirim (*S. mombin*)

Na espécie Cajá Mirim (*S. mombin*) ocorreu interação entre os fatores estudados (APÊNDICE 4) na variável SUC (TABELA 19). A SUC apresentou diferenças estatísticas entre os métodos de manejo hídrico nas doses de adubação de cova de 0,00 e 576,00 g cova⁻¹. Na dose de adubação de cova de 0,00 g cova⁻¹ o maior valor de SUC 172,76 g.m⁻², foi encontrado no método de manejo hídrico sem aplicação de hidretentor, e esse não diferiu estatisticamente do valor 153,44 g.m⁻², encontrado com a utilização do hidretentor (TABELA 19). Na dose de adubação de cova de 576,00 g cova⁻¹ o maior valor de SUC 183,08 g.m⁻², foi encontrado no método de manejo hídrico com a utilização da irrigação por gotejamento.

Segundo Campelo et al. (2018), a suculência é influenciada pela disponibilidade hídrica e pela salinidade do solo, sendo que déficits hídricos provocam diminuição da suculência. Isso o comportamento da SUC na dose de 576,00 g cova⁻¹ (TABELA 19) em que pelo possível processo de lixiviação a irrigação diminuiu a quantidade de sais presentes no solo e manteve a disponibilidade hídrica.

TABELA 31. Suculência (SUC) em plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com o uso de irrigação sob diferentes doses de NPK 04-14-08 na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

Doses de NPK (g. cova ⁻¹)	SUC (g.m ⁻²)		
	Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
0	172,76 a	153,44 ab	109,03 b
72	163,76 a	163,63 a	153,10 a
144	150,52 a	160,25 a	161,64 a
288	159,66 a	156,15 a	169,98 a
576	180,51 b	103,96 b	183,08 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A adubação quando avaliada dentro dos métodos de manejo hídrico não apresentou diferenças significativas entre as doses de adubação de cova quando não ocorreu a aplicação do hidretentor para a variável SUC a média encontrada foi de 165,8 g.m⁻² (FIGURA 17). Quando houve a aplicação do hidretentor a SUC

apresentou um comportamento inversamente proporcional ao aumento da dose de adubação de cova com o maior valor 167,88 g.m⁻² obtido com a dose de 0,00 g cova⁻¹ (FIGURA 17). Quando houve a utilização da irrigação por gotejamento a SUC apresentou um comportamento proporcional ao aumento da dose de adubação de cova com o maior valor 192,65 g.m⁻² obtido com a dose de 576,00 g cova⁻¹ (FIGURA 17).

O ambiente sem utilização de qualquer método de manejo hídrico não proporcionou diferenças significativas entre as doses de adubação de cova enquanto que para os dois métodos de manejo hídrico aplicados (hidroretentor e irrigação por gotejamento) apresentaram comportamento inverso um do outro. A elevação da disponibilidade nutricional através de um fertilizante cuja base seja sais, pode ter afetado a salinidade do solo criando um ambiente desfavorável a suculência, enquanto que a presença da irrigação ajudou mitigar esse efeito.

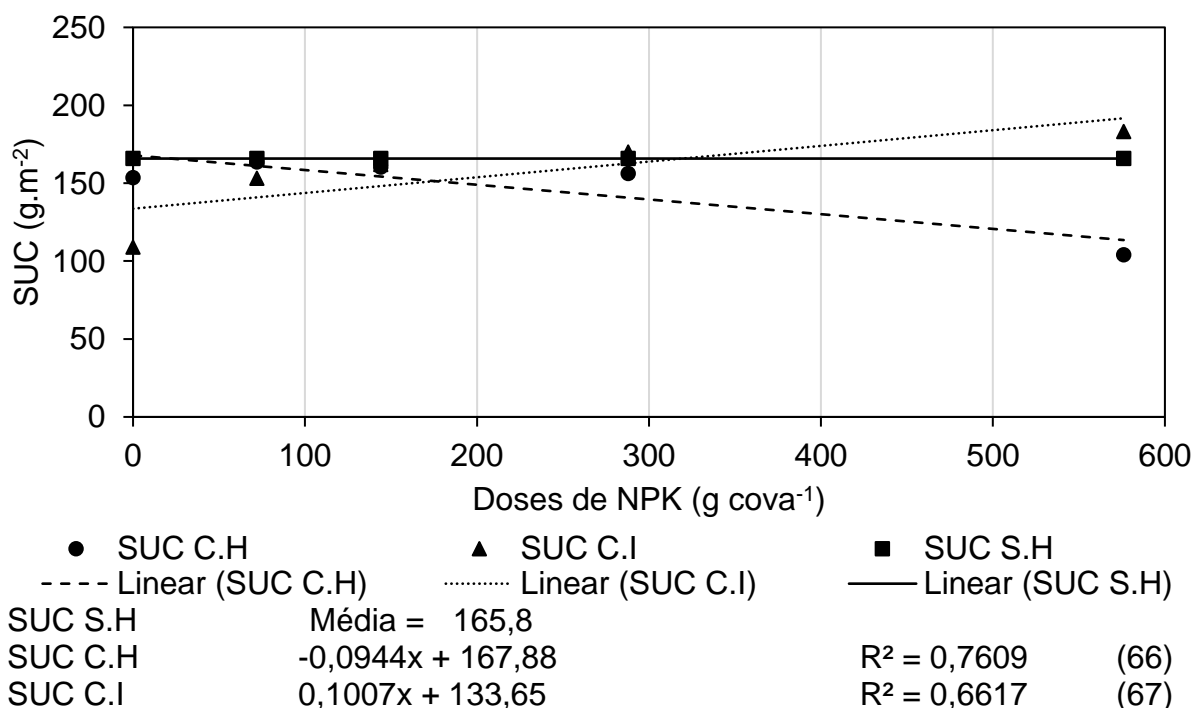


FIGURA 38. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sem a aplicação de hidroretentor (S.H), com a aplicação de hidroretentor (C.H) e com o uso de irrigação (C.I) sobre a suculência (SUC) plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

A AFE sofreu efeito apenas do método de manejo hídrico, onde que a maior média 221,05 cm².g⁻¹ foi obtida no método de manejo hídrico sem a aplicação do hidroretentor (TABELA 20).

TABELA 32. Área foliar específica (AFE) em plantas de Cajá Mirim (*S. mombin*), sem a adição de hidroretentor, com a adição de hidroretentor e com uso de irrigação na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

AFE (cm ² .g ⁻¹)		
Sem hidroretentor	Com hidroretentor	Com irrigação
221,05 a	202,70 b	195,25 b

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

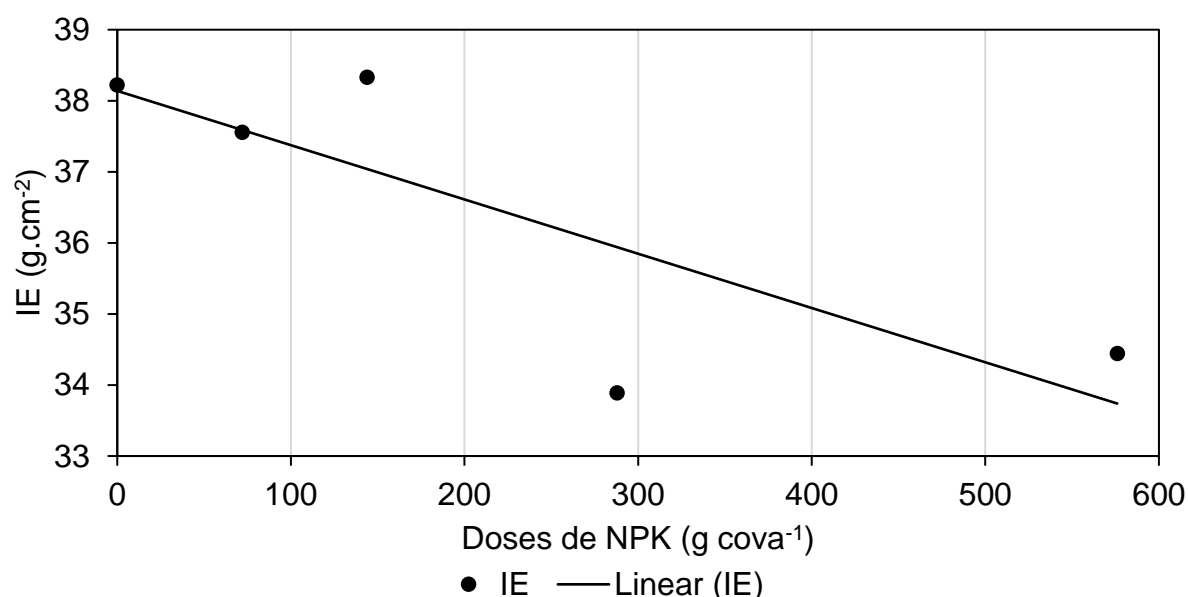
A AFE, de acordo com Radford (1967), permite verificar se as plantas estão acumulando fotoassimilados no tecido foliar ou se estão os translocando para outras partes da planta. Plantas em um ambiente com recursos limitantes, como a limitação nutricional, tende a apresentar menores valores de AFE, quando comparado com plantas que se desenvolvem sem tais limitações (VENDRAMINI et al., 2002). Nesse sentido a irrigação pode proporcionar um ambiente com escassez nutricional pelo processo de lixiviação.

2.3.2.2.3. Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*)

Nas plantas de Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*) apenas a variável SUC sofreu efeito do fator dose de adubação de cova, porém, a análise de regressão não pode determinar um modelo matemático que descrevesse o comportamento da SUC foliar em relação as doses de adubação de cova. A manutenção da suculência foliar pode ser uma estratégia para manter a hidratação e proteger a planta de uma condição fisiológica (murcha) desfavorável. Plantas que precisam manter a suculência foliar podem fazer isso através da hidratação de determinados compostos presentes nas células (LARCHER, 2006).

2.3.2.2.4. Ingá Mirim (*I. laurina*)

Em plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) apenas a variável IE respondeu aos fatores estudados sofrendo efeito apenas das doses de adubação de cova. O IE apresentou um comportamento inversamente proporcional ao incremento da adubação de cova (FIGURA 19). O maior valor do IE 38,139 g.cm⁻² obtido na dose de adubação de cova de 0,00 g cova⁻¹ (FIGURA 19). O índice de esclerofilia pode ser uma adaptação das plantas a condições de baixa fertilidade do solo (GONÇALVES-ALVIM et al., 2016). Conforme Sereda et al. (2016) é comum encontrar nas plantas em conjunto com a esclerofilia a tolerância a perda de água e a baixa fertilidade do solo. Neste estudo os maiores índices de esclerofilia foram encontrados nos ambientes com a menor dose de adubação de cova, o déficit nutricional pode ter provocado esses resultados.



IE $-0,0076x + 38,139$ $R^2 = 0,6546$ (68)
 FIGURA 39. Efeito de doses de NPK 04-14-08 sobre o índice de esclerofilia (IE) de plantas de Ingá Mirim (*I. laurina*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

2.3.2.2.5. Murta de Restinga (*M. guianensis*)

As plantas de Murta de Restinga (*M. guianensis*) tiveram efeito do fator manejo hídrico nas variáveis MFA, AFE e IE. O menor valor de MFA foi obtido com o tratamento sem a aplicação de hidroretentor e foi de 164,36 g.m⁻² (TABELA 21). A AFE foi obtida com o tratamento com irrigação por gotejamento e foi de 52,48 cm².g

¹, porém esse não diferiu do tratamento com a aplicação de hidretentor e foi de 57,79 cm².g⁻¹ (TABELA 21). O IE apresentou o seu maior valor com o tratamento com irrigação por gotejamento e foi de 68,06 g.cm⁻², porém esse não diferiu do tratamento com a aplicação de hidretentor e foi de 62,80 g.cm⁻² (TABELA 21).

Os atributos foliares avaliados nas plantas de Murta de Restinga (*M. guianensis*) indicam a ausência do hidretentor ou da irrigação por gotejamento proporcionaram um ambiente menos inadequado para seu desenvolvimento do que nos demais. Nesse cenário as plantas apresentaram menor MFA o que indica a necessidade de proteção quanto a perda de água, maior AFE o que em conjunto com a maior IE indica menor aporte de fotoassimilados no tecido foliar.

TABELA 33. Massa fresca por área foliar (MFA), Área foliar específica (AFE) e índice de esclerofilia (IE) em plantas de Murta de Restinga (*M. guianensis*), sem a adição de hidretentor, com a adição de hidretentor e com uso de irrigação na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

MFA (g.m ⁻²)		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
164,36 b	178,22 a	193,37 a
AFE (cm ² .g ⁻¹)		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
62,55 a	57,79 ab	52,48 b
IE (g.cm ⁻²)		
Sem hidretentor	Com hidretentor	Com irrigação
57,86 b	62,80 ab	68,06 a

As médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

De forma geral as espécies avaliadas apresentaram mecanismos de adaptabilidade para os dois ambientes de estudo (argila e areia) o que as torna aptas para o uso na revegetação dessas áreas. Entretanto, demonstrado as diferenças específicas de cada uma, é necessário que se atente a isso ao adotá-las em um processo de revegetação.

2.4. Conclusões

Na área experimental da área de empréstimo de argila, a fluorescência da clorofila *a* apresentou comportamento diferente em cada uma das espécies avaliadas. As plantas de Aroeira, Cajá Mirim e Goiaba do Ipiranga apresentaram interação entre os fatores estudados sobre a fluorescência da clorofila *a*. Para as plantas de Aroeira, o melhor método de manejo hídrico foi o uso do hidretentor e o melhor desempenho fotossintético foi obtido com a dose de adubação de cova de 576 g cova⁻¹. Para as plantas de Cajá Mirim, o melhor método de manejo hídrico foi o uso do hidretentor e o melhor desempenho fotossintético foi obtido com a dose de adubação de 158 g cova⁻¹. Para as plantas de Goiaba do Ipiranga, o melhor método de manejo hídrico foi o uso do hidretentor e não houve diferença estatística entre as doses de adubação nesse método de manejo hídrico.

As plantas de Ingá Mirim não sofreram efeito dos fatores empregados nos tratamentos sobre a fluorescência da clorofila *a*. As plantas de Murta de Restinga sofreram efeito apenas no manejo hídrico sobre a fluorescência da clorofila *a*. O melhor método de manejo hídrico foi o uso de hidretentor.

Em relação aos atributos foliares das plantas da área experimental da área de empréstimo de argila as plantas de Aroeira, Ingá Mirim e Murta de Restinga não sofreram efeito dos tratamentos empregados. As plantas de Cajá Mirim e Goiaba do Ipiranga tiveram os melhores resultados para os atributos foliares no manejo hídrico com o uso do hidretentor e houve diferença significativa entre as doses de adubação aplicadas nesse método de manejo hídrico.

Na área experimental da área de empréstimo de areia a fluorescência da clorofila *a* apresentou comportamento diferente em cada uma das espécies avaliadas. As plantas de Aroeira, Cajá Mirim e Goiaba do Ipiranga apresentaram efeito da interação entre os fatores estudados sobre a fluorescência da clorofila *a*. Para as plantas de Aroeira, os melhores resultados foram obtidos com a presença do hidretentor e com o uso da irrigação por gotejamento. O melhor desempenho fotossintético ocorreu na dose de 576 g cova⁻¹. Para as plantas de Cajá Mirim melhor

desempenho fotossintético foi obtido com o uso do hidretentor na dose de 290 g cova⁻¹. Para as plantas de Goiaba do Ipiranga melhor desempenho fotossintético foi obtido com o uso do hidretentor na dose de adubação de cova de 576 g cova⁻¹.

As plantas de Ingá Mirim e Murta de Restinga apresentaram efeito apenas do fator manejo hídrico sobre a fluorescência da clorofila *a*. Para as plantas de Ingá Mirim, o melhor desempenho fotossintético foi observado com o uso do hidretentor e com o uso da irrigação por gotejamento. Para as plantas de Murta de Restinga o melhor desempenho fotossintético foi observado com o uso de hidro retentor.

Em relação aos atributos foliares das plantas da área experimental da área de empréstimo de areia as plantas de Aroeira e Cajá Mirim sofreram efeito da interação dos fatores estudados sobre os atributos foliares. Para as plantas de Aroeira o melhor método de manejo hídrico foi o uso do hidretentor e nesse cenário as doses de adubação não apresentaram diferenças estatísticas. Para as plantas de Cajá Mirim o melhor método de manejo hídrico foi o uso da irrigação por gotejamento e os melhores resultados foram obtidos na dose de adubação de cova de 576 g cova⁻¹.

As plantas de Goiaba do Ipiranga, Ingá Mirim e Murta de Restinga apresentaram efeito independente dos fatores estudados. As plantas de Goiaba do Ipiranga sofreram efeito apenas das doses de adubação porem não foi possível determinar um modelo de regressão. As plantas de Ingá Mirim sofreram apenas efeito das doses de adubação os melhores resultados foram obtidos na dose de 0 g cova⁻¹. As plantas de Murta de Restinga tiveram efeito apenas do método de manejo hídrico e apresentaram os melhores resultados no método de manejo hídrico com o uso do hidretentor.

Referências

ALMEIDA, A. C. de; PEREIRA, I. M.; SILVA M. A. P. da; CARLOS, L.; SOUZA, F. M. de. Sobrevivência e crescimento de cinco espécies do cerrado em diferentes adubações na recuperação de uma cascalheira, Diamantina-MG. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 13, n. 23, p. 1705–1716, jun. 2016.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARAUJO, D. S. D.; PEREIRA, M. C. A.; PIMENTEL, C. P. Flora e estrutura de comunidades na restinga de Jurubatiba–Síntese dos conhecimentos com enfoque para a formação aberta de *Clusia*. 2004.

ARRUDA, R. D. C. D. O., VIGLIO, N. S. F., & BARROS, A. A. M. D. Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na restinga de Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 333-352, 2009.

BAKER, Neil R.; ROSENQVIST, Eva. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of experimental botany**, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.

BARRS, H.D.; WEATHERLEY, P.E. A Re-Examination of the Relative Turgidity Techniques for Estimating Water Deficits in Leaves. **Australian Journal of Biological Sciences**, 15, 413-428. <http://dx.doi.org/10.1071/BI9620413>. 1962.

BJÖRKMAN, O. Responses to different quantum flux densities. In: **Physiological plant ecology I**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1981. p. 57-107.

BOEGER, M. R. T., & WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 26, n. 1, p. 61-72, 2003.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R., LONG, S. P., BAKER, N. R., OQUIST, G., SCHREIBER, U. L. E. G., & LECHNER, E. G. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrumentation. **Functional Ecology**, p. 497-514, 1989.

BORTOLINI, C. G. **Eficiência do método de adubação nitrogenada em pré-semeadura do milho implantado em semeadura direta após aveia preta.**

2000. 48f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

CAMPELO, D. D. H., LACERDA, C. F. D., SOUSA, J. A. D., BEZERRA, A. M. E., ARAÚJO, J. D. M., NEVES, A. L. R., & SOUSA, C. H. C. Características Morfofisiológicas Foliares E Estado Nutricional De Seis Espécies Lenhosas Em Função Da Disponibilidade De Água No Solo. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 924-936, 2018.

CONROY, J. P., SMILLIE, R. M., KÜPPERS, M., BEVEGE, D. I., & BARLOW, E. W. Chlorophyll a fluorescence and photosynthetic and growth responses of *Pinus radiata* to phosphorus deficiency, drought stress, and high CO₂. **Plant physiology**, v. 81, n. 2, p. 423-429, 1986.

CORRÊA, R. S. Degradação e recuperação de áreas no Distrito Federal. **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado. Brasília: Paralelo**, v. 15, p. 13-19, 1998.

CORNELISSEN, J. H. C., LAVOREL, S., GARNIER, E., DÍAZ, S., BUCHMANN, N., GURVICH, D. E., & PAUSAS, J. G. A. handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian journal of Botany**, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.

DA SILVA ALBUQUERQUE, F., DE FRANÇA, Ê. F., DE SOUZA, A. E. R., & ROLIM, M. M. Lixiviação de potássio em um cultivo de pimentão sob lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 135-144, 2011.

DA SILVA, F. G., DUTRA, W. F., DUTRA, A. F., DE OLIVEIRA, I. M., FILGUEIRAS, L., & DE MELO, A. S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 10, 2015.

DA SILVA, M. M.; SOUZA, I. L.; SILVA, D. M. Metabolismo fotoquímico do mamoeiro em diferentes estádios de desenvolvimento. **VII SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO: Produção e Sustentabilidade Hídrica**, 2018.

DE MORAES, L. F. D., ASSUMPÇÃO, J. M., PEREIRA, T. S., & LUCHIARI, C. Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro. **Embrapa Agrobiologia-Livro científico (ALICE)**, 2012.

DESOTGIU, R.; POLLASTRINI, M.; CASCIO, C.; GEROSA, G.; MARZUOLI, R.; BUSSOTTI, F. Chlorophyll a fluorescence analysis along a vertical gradient of the crown in a poplar (Oxford clone) subjected to ozone and water stress. **Tree physiology**, n. 32, 976-986, 2012.

DYER, L. A., DODSON, C. D., BEIHOFFER, J., & LETOURNEAU, D. K. Trade-offs in antiherbivore defenses in *Piper cenocladum*: ant mutualists versus plant secondary metabolites. **Journal of chemical ecology**, v. 27, n. 3, p. 581-592, 2001.

ECCO, M.; SANTIAGO, E. F.; RICHART, A.; LIMA, P. R.; BORSOI, A. Fluorescência da clorofila *a* em cana-de-açúcar inoculada com fungos micorrízicos arbusculares sob aplicação de fósforo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.6, n.1, p. 81-95, 2017.

EL-ASMAR, J., JAAFAR, H., BASHOUR, I., FARRAN, M. T., & SAOUD, I. P. Hydrogel banding improves plant growth, survival, and water use efficiency in two calcareous soils. **CLEAN-Soil, Air, Water**, v. 45, n. 7, p. 1700251, 2017.

ERNANI, P. R., MANTOVANI, A., SCHEIDT, F. R., & NESI, C. Mobilidade de nutrientes em solos ácidos decorrentes da aplicação de cloreto de potássio e calcário. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**. 2003.

ERNANI, P. R. Nutrição e produtividade de espécies vegetais em sistemas de plantio direto e convencional. **Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**, v. 2, p. 19-30, 1999.

EVANS, J., & POORTER, H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant, Cell & Environment**, v. 24, n. 8, p. 755-767, 2001.

FELFILI, J. M. **Conservação da natureza e recuperação de áreas degradadas na Bacia do São Francisco: treinamento e sensibilização**. Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas, 2008.

FELLER, L. C. Effects of nutrient enrichment on leaf anatomy of dwarf *Rhizophora mangle* L. (red mangrove). **Biotropica**, p. 13-22, 1996.

FERREIRA DE M. J. J. C., & TORRES B. M. R. Leaf traits and plastic potential of plant species in a light-edaphic gradient from restinga in southern Brazil. **Acta Biológica Colombiana**, v. 21, n. 1, p. 51-62, 2016.

FERREIRA, D. F.. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FLEXAS, J., BOTA, J., ESCALONA, J. M., SAMPOL, B., & MEDRANO, H. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. **Functional Plant Biology**, v. 29, n. 4, p. 461-471, 2002.

GONÇALVES-ALVIM, S. J., KORNDORF, G., & FERNANDES, G. W. Sclerophylly in *Qualea parviflora* (Vochysiaceae): influence of herbivory, mineral nutrients, and water status. **Plant Ecology**, v. 187, n. 2, p. 153-162, 2006.

GONÇALVES, J. F. D. C., & SANTOS JÚNIOR, U. M. D. Utilization of the chlorophyll a fluorescence technique as a tool for selecting tolerant species to environments of high irradiance. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 3, p. 307-313, 2005.

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E.; GUIMARÃES, D. G.; BERNARDES, R. S. Análise dos transientes da fluorescência da clorofila a de plantas jovens de *Carapaguianensis* e de *Dipteryxodorata* submetidas a dois ambientes de luz. *Acta Amazonica*, V. 40 (1), P. 89-98, 2010.

HANLEY, M. E., LAMONT, B. B., FAIRBANKS, M. M., & RAFFERTY, C. M. Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 8, n. 4, p. 157-178, 2007.

HE, J., NORHAFIS, H., & LIN, Q. Responses of green leaves and green pseudobulbs of CAM orchid *Cattleya laeliocattleya* Aloha case to drought stress. **Journal of Botany**, v. 2013, 2013.

HÜTTERMANN, A., ZOMMORODI, M., & REISE, K. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. **Soil and tillage research**, v. 50, n. 3-4, p. 295-304, 1999.

JIANG, H. X., CHEN, L. S., ZHENG, J. G., HAN, S., TANG, N., & SMITH, B. R. Aluminum-induced effects on photosystem II photochemistry in *Citrus* leaves assessed by the chlorophyll a fluorescence transient. **Tree Physiology**, v. 28, n. 12, p. 1863-1871, 2008.

KALAJI, H. M., OUKARROUM, A., ALEXANDROV, V., KOUZMANOVA, M., BRESTIC, M., ZIVCAK, M., GOLTSEV, V. Identification of nutrient deficiency in maize and tomato plants by in vivo chlorophyll a fluorescence measurements. **Plant physiology and biochemistry**, v. 81, p. 16-25, 2014.

KLUGE, M.; TING, I. P. *Crassulacean Acid Metabolism: Analysis of an Ecological Adaptation*. Berlin, **Springer-Verlag**, 1978.

LAMBERS, H., CHAPIN III, F. S., & PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. Springer Science & Business Media, 2008.

LAMONT, B. B., & LAMONT, H. C. Utilizable water in leaves of 8 arid species as derived from pressure-volume curves and chlorophyll fluorescence. **Physiologia Plantarum**, v. 110, n. 1, p. 64-71, 2000.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Tradução: Prado, CHBA São Carlos: Ed. **Rima**, 2006.

LOBO, F. D. A., CAMPELO JUNIOR, J. H., RODRÍGUEZ-ORTÍZ, C. E., LUCENA, I. C. D., & VOURLITIS, G. L. Leaf and fruiting phenology and gas exchange of Mangabeira in response to irrigation. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2008.

LOBO, F. D. A., ORTÍZ, C. E. R., LUCENA, I. C. D., & ARDUIN, M. Efeito da irrigação e da ontogenia sobre a estimativa da área foliar de *Hancornia speciosa* Gómez (Mangabeira). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 754-762, 2010.

MARTINS, J. P. R., SCHIMILDT, E. R., ALEXANDRE, R. S., FALQUETO, A. R., & OTONI, W. C. Chlorophyll a fluorescence and growth of *Neoregelia concentrica* (Bromeliaceae) during acclimatization in response to light levels. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 51, n. 4, p. 471-481, 2015.

MEHTA, P., ALLAKHVERDIEV, S. I., & JAJOO, A. Characterization of photosystem II heterogeneity in response to high salt stress in wheat leaves (*Triticum aestivum*). **Photosynthesis Research**, v. 105, n. 3, p. 249-255, 2010.

MIELKE, M. S., DE ALMEIDA, A. A. F., GOMES, F. P., MANGABEIRA, P. A. O., & SILVA, D. D. C. Effects of soil flooding on leaf gas exchange and growth of two neotropical pioneer tree species. **New Forests**, v. 29, n. 2, p. 161-168, 2005.

NASCIMENTO, H. H. C. D., NOGUEIRA, R. J. M. C., SILVA, E. C. D., & SILVA, M. A. D. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011.

NAVROSKI, M. C., ARAUJO, M. M., DA SILVA CUNHA, F., BERGHETTI, A. L. P., & DE OLIVEIRA PEREIRA, M. Influência do polímero hidrotentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 108-113, 2014.

NETO, J. L. L. M., ARAÚJO, W. F., CHAGAS, E. A., DA SILVA SIQUEIRA, R. H., OLIVEIRA, G. A., & RODRIGUEZ, C. A. Hydrogels in Brazilian agriculture. **Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 4, p. 347-360, 2017.

NIINEMETS, U. Global-scale climatic controls of leaf dry mass per area, density, and thickness in trees and shrubs. **Ecology**, v. 82, n. 2, p. 453-469, 2001.

OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R.; SANTOS, H. R. B.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, H. H. F.; MELO, D. V. M. Fluorescência de clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.12, n.3, p. 2592 - 2603, 2018.

OUKARROUM, A., EL MADIDI, S., SCHANSKER, G., & STRASSER, R. J. Probing the responses of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) by chlorophyll a fluorescence OLKJIP under drought stress and re-watering. **Environmental and Experimental Botany**, v. 60, n. 3, p. 438-446, 2007.

PATTISON, R. R., GOLDSTEIN, G., & ARES, A. Growth, biomass allocation and photosynthesis of invasive and native Hawaiian rainforest species. **Oecologia**, v. 117, n. 4, p. 449-459, 1998.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, 2012.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. **Seropédica: Edur**, 2004.

PIMENTEL, C. Respostas fisiológicas à falta d'água: limitação difusiva ou metabólica. **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária**, p. 13-21, 2005.

PORTO, S. M., BARBOSA, L. C., SOUZA, V. L., & BERTOLDE, F. Z. EMISSÃO DA FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA EM COMBINAÇÕES DE VARIEDADES COPA/PORTA-ENXERTO DE CITROS. **Revista PINDORAMA**, v. 7, n. 07, p. 5-5, 2018.

RADFORD, P. J. Growth analysis formulae-their use and abuse 1. **Crop science**, v. 7, n. 3, p. 171-175, 1967.

READ, J., SANSON, G. D., DE GARINE-WICHATITSKY, M., & JAFFRÉ, T. Sclerophylly in two contrasting tropical environments: low nutrients vs. low rainfall. **American Journal of Botany**, v. 93, n. 11, p. 1601-1614, 2006.

REDILLAS, M. C., STRASSER, R. J., JEONG, J. S., KIM, Y. S., & KIM, J. K. The use of JIP test to evaluate drought-tolerance of transgenic rice overexpressing OsNAC10. **Plant Biotechnology Reports**, v. 5, n. 2, p. 169-175, 2011.

RIZZINI, C. T. Tratado de Fitogeografia do Brasil. vol. 2. **Edusp, Sao Paulo**, 1979.

SCHANSKER, G., SRIVASTAVA, A., & STRASSER, R. J. Characterization of the 820-nm transmission signal paralleling the chlorophyll a fluorescence rise (OJIP) in pea leaves. **Functional Plant Biology**, v. 30, n. 7, p. 785-796, 2003.

SCHOCK, A. A., RAMM, A., MARTINAZZO, E. G., SILVA, D. M., & BACARIN, M. A. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-manso cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, n. 1, 2014.

SCHREIBER, U., & BERRY, J. A. Heat-induced changes of chlorophyll fluorescence in intact leaves correlated with damage of the photosynthetic apparatus. **Planta**, v. 136, n. 3, p. 233-238, 1977.

SEREDA, F., REISSMANN, C. B., BOEGER, M. R., & MARQUES, R. Teores foliares e esclerofilia de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Clusiaceae) e suas relações edáficas no litoral do Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 4, p. 583-590, 2016.

SILVA A. A.; NOGUEIRA, D. W. R.; SILVA, K. R.; SANTOS, F. H. S.; LOPES, V. M. Teor de nutrientes e crescimento de mudas de ipê-branco na fase inicial em solução nutritiva. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n.2, p.44-56, 2017.

SILVA, D., CARNEIRO, M., MENEZES, L., & FALQUETO, A. **Fisiologia de Acessos de *Jatropha Curcas* L. Cultivados em Solo Contendo Lama do Rio Doce**. MS thesis. Universidade Federal do Espírito Santo, 2019.

SILVA, K. D. A., MARTINS, S. V., MIRANDA NETO, A., DEMOLINARI, R. D. A., & LOPES, A. T. Restauração florestal de uma mina de bauxita: avaliação do desenvolvimento das espécies arbóreas plantadas. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 309-319, 2016.

SOUZA, A. F. C., MARTINS, J. P. R., GONTIJO, A. B. P. L., & FALQUETO, A. R. Selenium improves the transport dynamics and energy conservation of the photosynthetic apparatus of in vitro grown *Billbergia zebrina* (Bromeliaceae). **Photosynthetica**, v. 57, n. 4, p. 931-941, 2019a.

SOUZA, J. A., DA SILVA RIBEIRO, J. E., DE FARIAS RAMOS, J. P., DE SOUSA, W. H., ARAÚJO, J. S., LIMA, G. F. C., & DIAS, J. A. Rendimento quântico e eficiência de uso da água de genótipos de palma forrageira no Semiárido brasileiro. **Archivos de zootecnia**, v. 68, n. 262, p. 268-273, 2019b.

STIRBET, A. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and photosystem II: basics and applications of the OJIP fluorescence transient. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 104, n. 1-2, p. 236-257, 2011.

STRASSER, B. J.; STRASSER, R. J. Measuring fast fluorescence transients to address environmental questions: the JIP-test. In: **Mathis, P., Ed., Photosynthesis: From Light to Biosphere**, KAP Press, Dordrecht, 977-980, 1995.

STRASSER, R. J., TSIMILLI-MICHAEL, M., & SRIVASTAVA, A. Analysis of the chlorophyll a fluorescence transient. In: **Chlorophyll a fluorescence**. Springer, Dordrecht, 2004. p. 321-362.

STRASSER, R. J., TSIMILLI-MICHAEL, M., QIANG, S., & GOLTSEV, V. Simultaneous in vivo recording of prompt and delayed fluorescence and 820-nm reflection changes during drying and after rehydration of the resurrection plant *Haberlea rhodopensis*. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics**, v. 1797, n. 6-7, p. 1313-1326, 2010.

STIRBET, A., RIZNICHENKO, G. Y., & RUBIN, A. B. Modeling chlorophyll a fluorescence transient: relation to photosynthesis. **Biochemistry (Moscow)**, v. 79, n. 4, p. 291-323, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. **Porto Alegre: Artmed**, p. 888, 2017.

TURNER, I. M. A quantitative analysis of leaf form in woody plants from the world's major broadleaved forest types. **Journal of Biogeography**, p. 413-419, 1994.

VENDRAMINI, F., DÍAZ, S., GURVICH, D. E., WILSON, P. J., THOMPSON, K., & HODGSON, J. G. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. **New Phytologist**, v. 154, n. 1, p. 147-157, 2002.

VILLAR, R., & MERINO, J. Comparison of leaf construction costs in woody species with differing leaf life-spans in contrasting ecosystems. **New Phytologist**, v. 151, n. 1, p. 213-226, 2001.

WITKOWSKI, E. T. F.; LAMONT, B. B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia** 88:486-493, 1991.

WILSON, P. J., THOMPSON, K. E. N., & HODGSON, J. G. Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. **New phytologist**, v. 143, n. 1, p. 155-162, 1999.

WRIGHT, I. J., WESTOBY, M., & REICH, P. B. Convergence towards higher leaf mass per area in dry and nutrient-poor habitats has different consequences for leaf life span. **Journal of ecology**, v. 90, n. 3, p. 534-543, 2002.

ZOBAYED, S. M. A., AFREEN, F., & KOZAI, T. Phytochemical and physiological changes in the leaves of St. John's wort plants under a water stress condition. **Environmental and Experimental Botany**, v. 59, n. 2, p. 109-116, 2007.

YUSUF, M. A., KUMAR, D., RAJWANSHI, R., STRASSER, R. J., TSIMILLI-MICHAEL, M., & SARIN, N. B. Overexpression of γ -tocopherol methyl transferase gene in transgenic *Brassica juncea* plants alleviates abiotic stress: physiological and chlorophyll a fluorescence measurements. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics**, v. 1797, n. 8, p. 1428-1438, 2010.

Apêndice

APÊNDICE 26. Resumo da análise de variância das variáveis: Fluorescência mínima (F_0), Fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica (F_v/F_0), rendimento quântico máximo fotoquímico primário (ϕ_{P0}), Eficiência quântica da transferência de um elétron da Q_A para a cadeia de transporte de elétrons além da Q_A (ϕ_{E0}), Rendimento quântico fotoquímico para dissipação de calor (ϕ_{D0}), fluxo específico de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC), captura por centro de reação (TR_0/RC), transporte por centro de reação (ET_0/RC), dissipação por centro de reação (DI_0/RC), Índice de desempenho potencial (PI_{abs}) e o Índice de desempenho total (PI_{total}) para plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F_0	F_m	F_v/F_0
Bloco	2	32345,08	228425,30	4,2386
Manejo hídrico	1	1924,80 ^{ns}	166150,09 ^{ns}	0,1320 ^{ns}
Resíduo a	2	2758,47	52026,74	0,1957
Adubação	4	2654,88 ^{ns}	147326,83 ^{ns}	0,6399 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	9970,52 ^{ns}	75064,41 ^{ns}	0,1629 ^{ns}
Resíduo b	16	4729,07	104492,16	0,5045
CV % (Manejo hídrico)		9,41	9,26	12,61
CV % (Adubação)		12,32	13,13	20,25
Média geral		558,22	2462,47	3,51

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ϕ_{P0}	ϕ_{E0}	ϕ_{D0}
Bloco	2	0,0137	0,0215	0,0137
Manejo hídrico	1	0,0002 ^{ns}	0,0105 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0013	0,0008	0,0013
Adubação	4	0,0017 ^{ns}	0,0067 ^{ns}	0,0017 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0012 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0012 ^{ns}
Resíduo b	16	0,0016	0,0028	0,0016
CV % (Manejo hídrico)		4,68	7,18	15,48
CV % (Adubação)		5,23	13,45	17,30
Média geral		0,77	0,39	0,23

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR_0/RC	ET_0/RC
Bloco	2	0,7968	0,1423	0,0033
Manejo hídrico	1	0,1920 ^{ns}	0,0740 ^{ns}	0,0150 ^{ns}
Resíduo a	2	0,1203	0,0467	0,0112
Adubação	4	0,2993 ^{ns}	0,1197 ^{ns}	0,0265 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,1441 ^{ns}	0,1133 ^{ns}	0,0229 ^{ns}
Resíduo b	16	0,2742	0,1047	0,0297
CV % (Manejo hídrico)		13,74	11,27	10,98
CV % (Adubação)		20,75	16,89	17,85
Média geral		2,52	1,92	0,97

APÊNDICE 1. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,2625	20,2176	1,0240
Manejo hídrico	1	0,0252 ^{ns}	5,1502 ^{ns}	0,9684 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0285	1,3292	2,5595
Adubação	4	0,0531 ^{ns}	6,7648 ^{ns}	12,2245 ^{**}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0117 ^{ns}	1,9878 ^{ns}	8,3255 [*]
Resíduo b	16	0,0506	2,9501	2,6932
CV % (Manejo hídrico)		27,80	19,74	29,57
CV % (Adubação)		37,05	29,42	30,33
Média geral		0,61	5,84	5,41

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	16214,65	63858,85	0,0920
Manejo hídrico	1	6,48 ^{ns}	182637,01 ^{ns}	0,3060 ^{ns}
Resíduo a	2	1249,88	80935,76	0,5056
Adubação	4	8471,19 ^{ns}	63244,96 ^{ns}	0,3436 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	43519,73 [*]	180732,67 [*]	0,6551 ^{ns}
Resíduo b	16	11183,20	47726,61	0,5383
CV % (Manejo hídrico)		5,54	12,31	25,98
CV % (Adubação)		16,57	9,46	26,81
Média geral		638,26	2310,14	2,74

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0007	0,0029	0,0007
Manejo hídrico	1	0,0043 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0043 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0016	0,0064	0,0016
Adubação	4	0,0031 ^{ns}	0,0076 ^{ns}	0,0031 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0053 ^{ns}	0,0148 [*]	0,0053 ^{ns}
Resíduo b	16	0,0040	0,0042	0,0040
CV % (Manejo hídrico)		5,52	23,38	14,05
CV % (Adubação)		8,84	18,96	22,50
Média geral		0,72	0,34	0,28

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	0,1038	0,0117	0,0313
Manejo hídrico	1	0,6049 ^{ns}	0,8135 ^{ns}	0,2001 ^{ns}
Resíduo a	2	0,2481	0,0929	0,0346
Adubação	4	3,8418 ^{**}	1,5607 ^{**}	0,2421 ^{**}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,2751 ^{ns}	0,4447 ^{**}	0,2240 ^{**}
Resíduo b	16	0,3890	0,0644	0,0147
CV % (Manejo hídrico)		15,50	13,40	17,55
CV % (Adubação)		19,41	11,16	11,43
Média geral		3,21	2,27	1,06

S. mombin

APÊNDICE 1. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,0485	1,4047	1,5928
Manejo hídrico	1	0,0150 ^{ns}	13,1606 ^{ns}	168,6966*
Resíduo a	2	0,0431	2,7625	6,8577
Adubação	4	0,5238*	2,8666 ^{ns}	16,2865*
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0681 ^{ns}	14,5812**	61,2247**
Resíduo b	16	0,1711	2,3992	5,4962
CV % (Manejo hídrico)		22,07	35,48	37,07
CV % (Adubação)		43,96	33,06	33,18
Média geral		0,94	4,69	7,06

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	4564,81	8981,86	0,1322
Manejo hídrico	1	2,27 ^{ns}	29988,41 ^{ns}	0,1178 ^{ns}
Resíduo a	2	1847,61	34292,11	0,2915
Adubação	4	3693,99 ^{ns}	43620,84 ^{ns}	0,4129*
Manejo hídrico *Adubação	4	4591,78 ^{ns}	75650,12 ^{ns}	0,4034*
Resíduo b	16	2634,02	50994,44	0,1421
CV % (Manejo hídrico)		7,32	7,94	17,96
CV % (Adubação)		8,74	9,69	12,54
Média geral		587,51	2330,98	3,00

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0004	0,0006	0,0004
Manejo hídrico	1	0,0008 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,0008 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0006	0,0004	0,0006
Adubação	4	0,0014 ^{ns}	0,0078*	0,0014 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,001867*	0,0010 ^{ns}	0,0018*
Resíduo b	16	0,0006	0,0016	0,0006
CV % (Manejo hídrico)		3,38	5,29	9,79
CV % (Adubação)		3,31	10,26	9,59
Média geral		0,74	0,39	0,25

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	0,0470	0,0174	0,0153
Manejo hídrico	1	0,0006 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0012 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0457	0,0452 ^{ns}	0,0071
Adubação	4	0,2574*	0,0906	0,0032 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,1319 ^{ns}	0,0265 ^{ns}	0,0066 ^{ns}
Resíduo b	16	0,0698	0,0334	0,0119
CV % (Manejo hídrico)		7,86	10,56	8,05
CV % (Adubação)		9,72	9,08	10,43
Média geral		2,71	2,01	1,04

P. cattleianum

APÊNDICE 1. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,0095	0,0057	11,4373
Manejo hídrico	1	0,0039 ^{ns}	1,5641 ^{ns}	0,0919 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0010	3,2220	1,5038
Adubação	4	0,0463*	4,7311*	5,0034 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0440*	1,2310 ^{ns}	3,1773 ^{ns}
Resíduo b	16	0,0134	1,3367	2,6479
CV % (Manejo hídrico)		4,53	33,67	25,76
CV % (Adubação)		16,40	21,69	34,18
Média geral		0,70	5,33	4,76

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	36211,95	12762,27	0,8806
Manejo hídrico	1	203,01 ^{ns}	53234,63 ^{ns}	0,1936 ^{ns}
Resíduo a	2	1776,64	70845,33	0,2949
Adubação	4	9341,48 ^{ns}	43741,05 ^{ns}	0,4523 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	4831,53 ^{ns}	72479,00 ^{ns}	0,1590 ^{ns}
Resíduo b	16	6241,56	140304,63	0,3048
CV % (Manejo hídrico)		6,81	11,46	18,96
CV % (Adubação)		12,77	16,13	19,28
Média geral		618,52	2322,84	2,86

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0090	0,0029	0,0090
Manejo hídrico	1	0,0018 ^{ns}	0,0124 ^{ns}	0,0018 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0019	0,0024	0,0019 ^{ns}
Adubação	4	0,0030 ^{ns}	0,0062 ^{ns}	0,0030 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0018 ^{ns}	0,0030 ^{ns}	0,0018 ^{ns}
Resíduo b	16	0,0029	0,0035	0,0029
CV % (Manejo hídrico)		5,91	13,49	15,85
CV % (Adubação)		7,35	16,48	19,70
Média geral		0,72	0,36	0,27

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	1,2371	0,1811	0,0864
Manejo hídrico	1	0,0159 ^{ns}	0,0094 ^{ns}	0,0441 ^{ns}
Resíduo a	2	0,1810	0,0308	0,0123
Adubação	4	0,4513 ^{ns}	0,1058 ^{ns}	0,0501 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,2024 ^{ns}	0,0206 ^{ns}	0,0036 ^{ns}
Resíduo b	16	0,3781	0,0854	0,0335
CV % (Manejo hídrico)		15,56	8,96	11,51
CV % (Adubação)		22,48	14,92	18,95
Média geral		2,73	1,95	0,96

I. laurina

APÊNDICE 1. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,4716	0,3632	41,5284
Manejo hídrico	1	0,0010 ^{ns}	2,3130 ^{ns}	44,2868 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0714	1,0434	5,9825
Adubação	4	0,1470 ^{ns}	2,4401 ^{ns}	19,6312 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,1156 ^{ns}	0,7408 ^{ns}	23,1597 ^{ns}
Resíduo b	16	0,1467	1,2876	10,4790
CV % (Manejo hídrico)		34,51	22,67	32,12
CV % (Adubação)		49,47	25,18	42,51
Média geral		0,77	4,50	7,61

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	10857,63	833454,85	1,119630
Manejo hídrico	1	4357,76 ^{ns}	50176,12 ^{ns}	0,235853 ^{ns}
Resíduo a	2	10344,18	80008,91	0,462103
Adubação	4	9128,76 ^{ns}	183413,87 ^{ns}	0,504845 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	17108,03 ^{ns}	254489,70 ^{ns}	0,775262 ^{ns}
Resíduo b	16	9614,49	94505,90	0,642208
CV % (Manejo hídrico)		15,71	11,03	22,20
CV % (Adubação)		15,15	11,99	26,17
Média geral		647,36	2563,31	3,06

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0147	0,0224	0,0147
Manejo hídrico	1	0,0024 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0024 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0021	0,0006	0,0021
Adubação	4	0,0024 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	0,0024 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,0053 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	0,0053 ^{ns}
Resíduo b	16	0,0057	0,0107	0,0057
CV % (Manejo hídrico)		6,34	7,03	17,58
CV % (Adubação)		10,32	28,21	28,61
Média geral		0,73	0,36	0,26

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	1,0290	0,1913	0,0590
Manejo hídrico	1	0,7022 ^{ns}	0,2784 ^{ns}	0,0616*
Resíduo a	2	0,1540	0,0175	0,0026
Adubação	4	0,3266 ^{ns}	0,1671 ^{ns}	0,0288 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,2975 ^{ns}	0,0986 ^{ns}	0,0592 ^{ns}
Resíduo b	16	0,6315	0,1309	0,0264
CV % (Manejo hídrico)		14,69	6,86	5,39
CV % (Adubação)		29,73	18,74	17,05
Média geral		2,67	1,93	0,95

M. guianensis

APÊNDICE 1. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Dl ₀ /RC	Pl _{abs}	Pl _{total}
Bloco	2	0,4467	2,5284	1,2048
Manejo hídrico	1	0,0974 ^{ns}	0,4060 ^{ns}	1,3314 ^{ns}
Resíduo a	2	0,0765	3,4474	2,4274
Adubação	4	0,0793 ^{ns}	1,5060 ^{ns}	14,5114 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	4	0,1059 ^{ns}	3,2346 ^{ns}	3,3222 ^{ns}
Resíduo b	16	0,1949	2,1675	5,0022
CV % (Manejo hídrico)		37,28	36,97	30,82
CV % (Adubação)		59,48	29,31	44,24
Média geral		0,74	5,02	5,05

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.

APÊNDICE 27. Resumo da análise de variância das variáveis: suculência (SUC), massa fresca por área foliar (MFA), área foliar específica (AFE) e índice de esclerofilia (IE) para plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) na área experimental de Inhambu 180 dias após o plantio.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)
<i>S. terebinthifolius</i> Bloco	2	45,38	290,71	43,93	0,36
<i>S. terebinthifolius</i> Manejo hídrico	1	34,54 ^{ns}	47,00 ^{ns}	38,42 ^{ns}	0,05 ^{ns}
<i>S. terebinthifolius</i> Resíduo a	2	1262,97	6,49	16,11	0,02
<i>S. terebinthifolius</i> Adubação	4	1159,83*	163,29 ^{ns}	151,93 ^{ns}	0,20 ^{ns}
<i>S. terebinthifolius</i> Manejo hídrico *Adubação	4	416,75 ^{ns}	110,37 ^{ns}	79,36 ^{ns}	0,14 ^{ns}
<i>S. terebinthifolius</i> Resíduo b	16	317,37	113,45	109,47	0,13
<i>S. terebinthifolius</i> CV % (Manejo hídrico)		18,47	2,39	4,20	3,37
<i>S. terebinthifolius</i> CV % (Adubação)		9,26	9,99	10,93	9,77
<i>S. terebinthifolius</i> Média geral		192,42	106,58	95,69	37,53

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)
<i>S. mombin</i> Bloco	2	718,81	201,57	3697,10	0,24
<i>S. mombin</i> Manejo hídrico	1	96,27 ^{ns}	333,33*	10239,77*	0,46*
<i>S. mombin</i> Resíduo a	2	1113,79	7,03	295,33	0,01
<i>S. mombin</i> Adubação	4	453,23 ^{ns}	305,46**	5358,60**	0,38**
<i>S. mombin</i> Manejo hídrico *Adubação	4	456,17 ^{ns}	216,69*	4466,77*	0,29*
<i>S. mombin</i> Resíduo b	16	365,73	63,71	1111,10	0,08
<i>S. mombin</i> CV % (Manejo hídrico)		20,52	5,38	7,79	4,58
<i>S. mombin</i> CV % (Adubação)		11,76	16,20	15,11	15,80
<i>S. mombin</i> Média geral		162,63	49,26	220,53	17,37

APÊNDICE 2. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)	
<i>P. cattleianum</i>	Bloco	2	375,40	325,28	452,34	0,37
	Manejo hídrico	1	1819,43 ^{ns}	566,63 ^{ns}	747,00 ^{ns}	0,61 ^{ns}
	Resíduo a	2	1202,53	58,72	152,82	0,08
	Adubação	4	807,47 ^{ns}	98,81 ^{ns}	176,75 ^{ns}	0,13 ^{ns}
	Manejo hídrico *Adubação	4	686,69 ^{ns}	391,04*	449,23*	0,53*
	Resíduo b	16	669,93	99,31	107,16	0,13
	CV % (Manejo hídrico)		13,62	7,56	12,18	7,92
	CV % (Adubação)		10,16	9,83	10,20	10,13
	Média geral		254,69	101,37	101,49	35,76
<i>I. laurina</i>	Bloco	2	465,18	553,14	409,42	0,6730
	Manejo hídrico	1	77,56 ^{ns}	39,85 ^{ns}	35,16 ^{ns}	0,0480 ^{ns}
	Resíduo a	2	151,22	74,43	93,42	0,0930
	Adubação	4	81,90 ^{ns}	130,42 ^{ns}	107,32 ^{ns}	0,1412 ^{ns}
	Manejo hídrico *Adubação	4	126,90 ^{ns}	41,11 ^{ns}	21,26 ^{ns}	0,0572 ^{ns}
	Resíduo b	16	333,23	80,25	54,64	0,0972
	CV % (Manejo hídrico)		8,59	7,63	10,75	7,66
	CV % (Adubação)		12,75	7,92	8,22	7,83
	Média geral		143,19	113,15	89,92	39,80
<i>M. guianensis</i>	Bloco	2	1283,15	10,00	9,53	0,0123
	Manejo hídrico	1	588,12 ^{ns}	10,63 ^{ns}	7,94 ^{ns}	0,0163 ^{ns}
	Resíduo a	2	5193,61	149,77	2,58	0,1823
	Adubação	4	2376,38 ^{ns}	505,94 ^{ns}	112,02 ^{ns}	0,6528 ^{ns}
	Manejo hídrico *Adubação	4	2089,90 ^{ns}	1165,50 ^{ns}	268,85 ^{ns}	1,4688 ^{ns}
	Resíduo b	16	2282,19	517,61	126,55	0,6361
	CV % (Manejo hídrico)		24,80	8,46	2,25	8,37
	CV % (Adubação)		16,44	15,72	15,74	15,63
	Média geral		290,57	144,68	71,48	51,03

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.

APÊNDICE 28. Resumo da análise de variância das variáveis: Fluorescência mínima (F_0), Fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica (F_v/F_0), rendimento quântico máximo fotoquímico primário (Φ_{P0}), Eficiência quântica da transferência de um elétron da Q_A para a cadeia de transporte de elétrons além da Q_A (Φ_{E0}), rendimento quântico fotoquímico para dissipação de calor (Φ_{D0}), fluxo específico de absorção de energia por centro de reação (ABS/RC), captura por centro de reação (TR_0/RC), transporte por centro de reação (ET_0/RC), dissipação por centro de reação (DI_0/RC), Índice de desempenho potencial (PI_{abs}) e o Índice de desempenho total (PI_{total}) para plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F_0	F_m	F_v/F_0
Bloco	2	39492,77	105271,55	5,7053
Manejo hídrico	2	4223,37 ^{ns}	118632,27 ^{ns}	0,0392 ^{ns}
Resíduo a	4	3284,85	27853,80	0,1117
Adubação	4	2872,33 ^{ns}	38662,38 ^{ns}	0,0945 ^{ns}
Manejo hídrico * Adubação	8	7663,87 ^{ns}	90944,34*	0,0228 ^{ns}
Resíduo b	24	4114,84	36538,08	0,2167
CV % (Manejo hídrico)		11,71	6,87	8,21
CV % (Adubação)		13,10	7,86	11,43
Média geral		489,54	2430,98	4,07

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ_{P0}	Φ_{E0}	Φ_{D0}
Bloco	2	0,0109	0,0096	0,0109
Manejo hídrico	2	0,0000 ^{ns}	0,0186**	0,0000 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0003	0,0007	0,0003
Adubação	4	0,0004 ^{ns}	0,0029 ^{ns}	0,0004 ^{ns}
Manejo hídrico * Adubação	8	0,0003 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0006	0,0023	0,0006
CV % (Manejo hídrico)		2,40	6,35	9,45
CV % (Adubação)		3,22	11,07	12,71
Média geral		0,79	0,43	0,20

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR_0/RC	ET_0/RC
Bloco	2	0,8810	0,2103	0,0414
Manejo hídrico	2	0,3301 ^{ns}	0,2340*	0,0045 ^{ns}
Resíduo a	4	0,1016	0,0330	0,0078
Adubação	4	0,2829 ^{ns}	0,1141 ^{ns}	0,0104 ^{ns}
Manejo hídrico * Adubação	8	0,1323 ^{ns}	0,0404 ^{ns}	0,0151 ^{ns}
Resíduo b	24	0,2026	0,0708	0,0182
CV % (Manejo hídrico)		14,57	10,52	9,50
CV % (Adubação)		20,57	15,42	14,54
Média geral		2,18	1,72	0,93

S. terebinthifolius

APÊNDICE 3. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,2299	15,5824	5,0664
Manejo hídrico	2	0,0139 ^{ns}	3,5686 ^{ns}	6,1301 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0245	1,0264	7,0231
Adubação	4	0,0393 ^{ns}	1,2839 ^{ns}	4,1608 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0285 ^{ns}	0,3814 ^{ns}	1,5737 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0387	1,5751	2,2993
CV % (Manejo hídrico)		34,01	14,95	38,43
CV % (Adubação)		42,69	18,52	21,99
Média geral		0,46	6,77	6,89

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	16137,99	43935,23	2,2026
Manejo hídrico	2	15637,85*	32904,32 ^{ns}	1,5307 ^{ns}
Resíduo a	4	2181,76	112066,21	0,4202
Adubação	4	2751,65	90681,73 ^{ns}	0,3584 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	4809,12**	77091,43 ^{ns}	0,1954 ^{ns}
Resíduo b	24	1111,48	49088,95	0,2044
CV % (Manejo hídrico)		8,59	12,66	16,45
CV % (Adubação)		6,13	8,38	11,47
Média geral		543,56	2644,12	3,94

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0042	0,0031	0,0042
Manejo hídrico	2	0,0039 ^{ns}	0,0230*	0,0039 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0016	0,0016	0,0016
Adubação	4	0,0014 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0007 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,0007 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0006	0,0021	0,0006
CV % (Manejo hídrico)		5,13	9,27	19,45
CV % (Adubação)		3,14	10,55	11,90
Média geral		0,79	0,44	0,20

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	0,4998	0,1564	0,0303
Manejo hídrico	2	1,0580**	0,4119*	0,0017 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0570	0,0256	0,0048
Adubação	4	0,1168 ^{ns}	0,0275 ^{ns}	0,0052 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,1655 ^{ns}	0,0598 ^{ns}	0,0081 ^{ns}
Resíduo b	24	0,1054	0,0346	0,0051
CV % (Manejo hídrico)		9,84	8,41	6,65
CV % (Adubação)		13,38	9,78	6,89
Média geral		2,42	1,90	1,04355

S. mombin

APÊNDICE 3. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,1159	5,3266	2,6815
Manejo hídrico	2	0,1511 ^{ns}	14,1513 ^{ns}	28,0347*
Resíduo a	4	0,0303	2,8342	0,6702
Adubação	4	0,0403 ^{ns}	2,5937 ^{ns}	2,4719 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0350 ^{ns}	1,3715 ^{ns}	1,7870 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0243	1,6118	1,4369
CV % (Manejo hídrico)		33,34	22,28	12,48
CV % (Adubação)		29,87	16,80	18,27
Média geral		0,52266	7,55688	6,56

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	25612,15	25662,60	1,7772
Manejo hídrico	2	20449,77 ^{ns}	17723,88 ^{ns}	0,3701 ^{ns}
Resíduo a	4	7232,58	18035,99	0,1893
Adubação	4	3809,15 ^{ns}	124002,14 ^{ns}	0,4248 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	10845,29 ^{ns}	56072,57 ^{ns}	0,0593 ^{ns}
Resíduo b	24	9579,12	57091,09	0,1823
CV % (Manejo hídrico)		14,18	5,30	13,05
CV % (Adubação)		16,32	9,42	12,81
Média geral		599,59	2536,07	3,33

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0066	0,0001	0,0066
Manejo hídrico	2	0,0028 ^{ns}	0,0143 ^{ns}	0,0028 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0019	0,0034	0,0019
Adubação	4	0,0032 ^{ns}	0,0120*	0,0032 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0011 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,0011 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0022	0,0032	0,0022
CV % (Manejo hídrico)		5,85	14,10	18,68
CV % (Adubação)		6,18	13,57	19,73
Média geral		0,76	0,41	0,23

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	0,6998	0,0957	0,08288
Manejo hídrico	2	0,5881 ^{ns}	0,2084 ^{ns}	0,00460 ^{ns}
Resíduo a	4	0,4305	0,0569	0,00332
Adubação	4	0,5545*	0,0907*	0,00251 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0864 ^{ns}	0,0024 ^{ns}	0,01395*
Resíduo b	24	0,1887	0,0163	0,00544
CV % (Manejo hídrico)		26,15	12,74	5,69
CV % (Adubação)		17,32	6,81	7,29
Média geral		2,50	1,87355	1,01311

P. cattleianum

APÊNDICE 3. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,2901	0,1238	8,9381
Manejo hídrico	2	0,1937 ^{ns}	6,0021 ^{ns}	12,2663**
Resíduo a	4	0,1887	1,6821	0,4398
Adubação	4	0,2169 ^{ns}	5,4803*	1,2470 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,1019 ^{ns}	1,4607 ^{ns}	1,7756 ^{ns}
Resíduo b	24	0,1465	1,6082	1,2070
CV % (Manejo hídrico)		68,31	21,56	12,79
CV % (Adubação)		60,20	21,08	21,19
Média geral		0,63600	6,01688	5,18488

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	31614,84	22222,93	2,1699
Manejo hídrico	2	23820,20*	15185,15 ^{ns}	1,3959 ^{ns}
Resíduo a	4	1177,40	70243,91	0,2299
Adubação	4	8089,09 ^{ns}	18375,86 ^{ns}	0,2461 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	6273,33 ^{ns}	125069,57 ^{ns}	0,0977 ^{ns}
Resíduo b	24	3783,81	71450,88	0,1396
CV % (Manejo hídrico)		5,71	10,92	15,46
CV % (Adubação)		10,24	11,01	12,05
Média geral		600,51	2426,93	3,10

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0073	0,0098	0,0073
Manejo hídrico	2	0,0056 ^{ns}	0,0144 ^{ns}	0,0056 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0011	0,0046	0,0011
Adubação	4	0,0014 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0004 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,0004 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0008	0,0020	0,0008
CV % (Manejo hídrico)		4,57	18,41	13,70
CV % (Adubação)		3,87	12,08	11,60
Média geral		0,74	0,37	0,25

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	0,6184	0,1500	0,0444
Manejo hídrico	2	0,3080 ^{ns}	0,0697 ^{ns}	0,0117 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0857	0,0179	0,0155
Adubação	4	0,2055 ^{ns}	0,0534 ^{ns}	0,0042 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0789 ^{ns}	0,0327 ^{ns}	0,0118 ^{ns}
Resíduo b	24	0,1075	0,0318	0,0071
CV % (Manejo hídrico)		11,60	7,13	13,63
CV % (Adubação)		12,99	9,50	9,24
Média geral		2,52	1,87	0,91

I. laurina

APÊNDICE 3. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,1713	10,3993	0,3428
Manejo hídrico	2	0,1138 ^{ns}	10,5741 ^{ns}	2,9683 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0271	2,6211	1,0352
Adubação	4	0,0595 ^{ns}	0,4707 ^{ns}	1,5716 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0146 ^{ns}	1,2343 ^{ns}	4,9939 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0314	0,8564	2,4936
CV % (Manejo hídrico)		25,46	34,56	15,61
CV % (Adubação)		27,39	19,75	24,23
Média geral		0,64	4,68	6,51644

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		F ₀	F _m	F _v /F ₀
Bloco	2	22373,70	7907,35	1,0991
Manejo hídrico	2	19101,22*	152991,53 ^{ns}	1,5461*
Resíduo a	4	1163,56	80986,60	0,1343
Adubação	4	7809,36 ^{ns}	52856,19 ^{ns}	0,1067 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	1609,66 ^{ns}	74316,98 ^{ns}	0,0944 ^{ns}
Resíduo b	24	3531,25	64922,84	0,0582
CV % (Manejo hídrico)		5,25	10,38	11,27
CV % (Adubação)		9,15	9,30	7,42
Média geral		649,48	2740,59	3,25

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Φ _{P0}	Φ _{E0}	Φ _{D0}
Bloco	2	0,0028	0,0078	0,0028
Manejo hídrico	2	0,0058*	0,0881*	0,0058*
Resíduo a	4	0,0005	0,0021	0,0005
Adubação	4	0,0004 ^{ns}	0,0022 ^{ns}	0,0004 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0002 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0002	0,0019	0,0002
CV % (Manejo hídrico)		2,96	11,58	9,47
CV % (Adubação)		2,02	11,21	6,47
Média geral		0,76	0,39	0,23

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		ABS/RC	TR ₀ /RC	ET ₀ /RC
Bloco	2	0,5557	0,2205	0,0260
Manejo hídrico	2	2,1707**	0,8596**	0,0233 ^{ns}
Resíduo a	4	0,0258	0,0043	0,0063
Adubação	4	0,1572 ^{ns}	0,0651 ^{ns}	0,0135 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0291 ^{ns}	0,0122 ^{ns}	0,0071 ^{ns}
Resíduo b	24	0,1101	0,0472	0,0118
CV % (Manejo hídrico)		7,39	4,03	9,63
CV % (Adubação)		15,24	13,21	13,09
Média geral		2,17	1,64	0,83

M. guianensis

APÊNDICE 3. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		DI ₀ /RC	PI _{abs}	PI _{total}
Bloco	2	0,0818	2,1184	8,3530
Manejo hídrico	2	0,3018**	19,8206**	12,5958*
Resíduo a	4	0,0088	1,3197	1,3151
Adubação	4	0,0214 ^{ns}	0,8829 ^{ns}	1,0870 ^{ns}
Manejo hídrico *Adubação	8	0,0058 ^{ns}	0,9698 ^{ns}	1,1492 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0141	0,7042	1,4593
CV % (Manejo hídrico)		17,76	24,53	22,58
CV % (Adubação)		22,39	17,92	23,78
Média geral		0,53	4,68	5,07

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.

APÊNDICE 29. Resumo da análise de variância das variáveis: suculência (SUC), massa fresca por área foliar (MFA), área foliar específica (AFE) e índice de esclerofilia (IE) para plantas de Aroeira (*S. terebinthifolius*), Cajá Mirim (*S. mombin*), Goiaba do Ipiranga (*P. cattleianum*), Ingá Mirim (*I. laurina*) e Murta de Restinga (*M. guianensis*) na área experimental de Nova Era 180 dias após o plantio.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio						
		SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)			
<i>S. terebinthifolius</i>	Bloco	2	750,38	16,23	20,10	0,01		
	Manejo hídrico	2	110,81 ^{ns}	517,60 ^{ns}	443,77 ^{ns}	0,65 ^{ns}		
	Resíduo a	4	357,02	104,52	77,83	0,13		
	Adubação	4	1625,69*	1254,11**	832,25**	1,54**		
	Manejo hídrico *Adubação	8	406,64 ^{ns}	460,37**	223,60**	0,57**		
	Resíduo b	24	559,82	133,78	65,54	0,16		
	CV % (Manejo hídrico)		9,10	8,80	9,96	8,98		
	CV % (Adubação)		11,40	9,96	9,14	10,04		
	Média geral		207,60	116,15	88,55	40,86		
<i>S. mombin</i>	Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
			SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)		
			Bloco	2	936,71	705,56	3115,91	0,83
			Manejo hídrico	2	1214,90 ^{ns}	457,13 ^{ns}	2644,84**	0,53 ^{ns}
			Resíduo a	4	201,91	125,46	65,28	0,15
			Adubação	4	391,37 ^{ns}	475,36 ^{ns}	1835,57 ^{ns}	0,60 ^{ns}
			Manejo hídrico *Adubação	8	2107,32**	494,45 ^{ns}	1528,28 ^{ns}	0,59 ^{ns}
			Resíduo b	24	578,26	405,53	2058,56	0,50
			CV % (Manejo hídrico)		9,10	21,23	3,92	21,10
CV % (Adubação)		15,40	38,17	21,99	38,45			
Média geral		156,10	52,76	206,33	18,55			

APÊNDICE 4. Continuação...

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)	
<i>P. cattleianum</i>	Bloco	2	64,14	458,17	636,38	0,61
	Manejo hídrico	2	2721,94 ^{ns}	1062,94 ^{ns}	558,21 ^{ns}	1,27 ^{ns}
	Resíduo a	4	1405,98	432,67	354,40	0,57
	Adubação	4	1899,88*	440,17 ^{ns}	470,56 ^{ns}	0,58 ^{ns}
	Manejo hídrico *Adubação	8	1155,99 ^{ns}	472,95 ^{ns}	440,18 ^{ns}	0,60 ^{ns}
	Resíduo b	24	578,56	668,27	547,59	0,84
	CV % (Manejo hídrico)		14,02	15,00	24,61	15,53
	CV % (Adubação)		8,99	18,65	30,59	18,83
	Média geral		267,50	138,63	76,50	48,86
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.cm ⁻²)	
<i>I. laurina</i>	Bloco	2	610,22	13,33	97,90	0,02
	Manejo hídrico	2	171,78 ^{ns}	1061,35 ^{ns}	1259,59 ^{ns}	1,46 ^{ns}
	Resíduo a	4	475,92	448,05	797,79	0,54
	Adubação	4	326,56 ^{ns}	328,33 ^{ns}	527,74 ^{ns}	0,41*
	Manejo hídrico *Adubação	8	459,87 ^{ns}	235,69 ^{ns}	471,72 ^{ns}	0,28 ^{ns}
	Resíduo b	24	373,13	127,88	311,46	0,15
	CV % (Manejo hídrico)		14,18	20,45	28,13	20,24
	CV % (Adubação)		12,56	10,92	17,57	10,81
	Média geral		153,85	103,52	100,42	36,48
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		SUC (g.m ⁻²)	MFA (g.m ⁻²)	AFE (cm ² .g ⁻¹)	IE (g.mm ⁻²)	
<i>M. guianensis</i>	Bloco	2	1763,80	625,45	94,81	0,72
	Manejo hídrico	2	811,30 ^{ns}	3158,30**	379,99**	3,90**
	Resíduo a	4	1177,93	197,41	25,04	0,22
	Adubação	4	1895,62 ^{ns}	194,01 ^{ns}	29,73 ^{ns}	0,23 ^{ns}
	Manejo hídrico *Adubação	8	792,40 ^{ns}	475,43 ^{ns}	40,75 ^{ns}	0,59 ^{ns}
	Resíduo b	24	788,06	406,69	45,84	0,49
	CV % (Manejo hídrico)		12,21	7,86	8,69	7,51
	CV % (Adubação)		9,99	11,29	11,75	11,22
	Média geral		281,04	178,65	57,61	62,91

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. **Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F. CV, coeficiente de variação.



APÊNDICE 30. Avaliação da fluorescência da clorofila na área experimental de Nova Era.

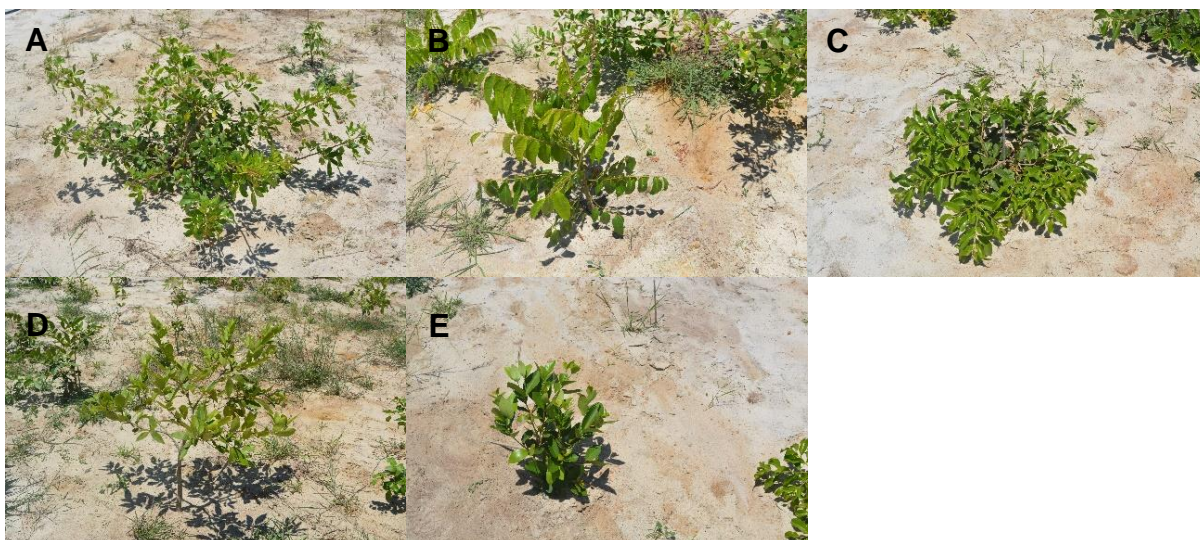
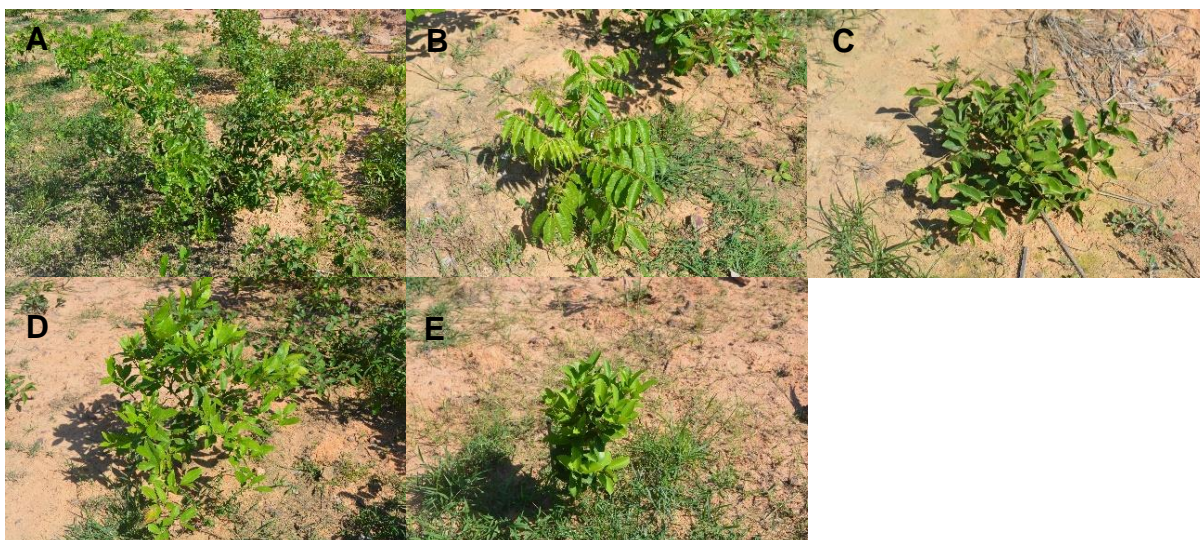
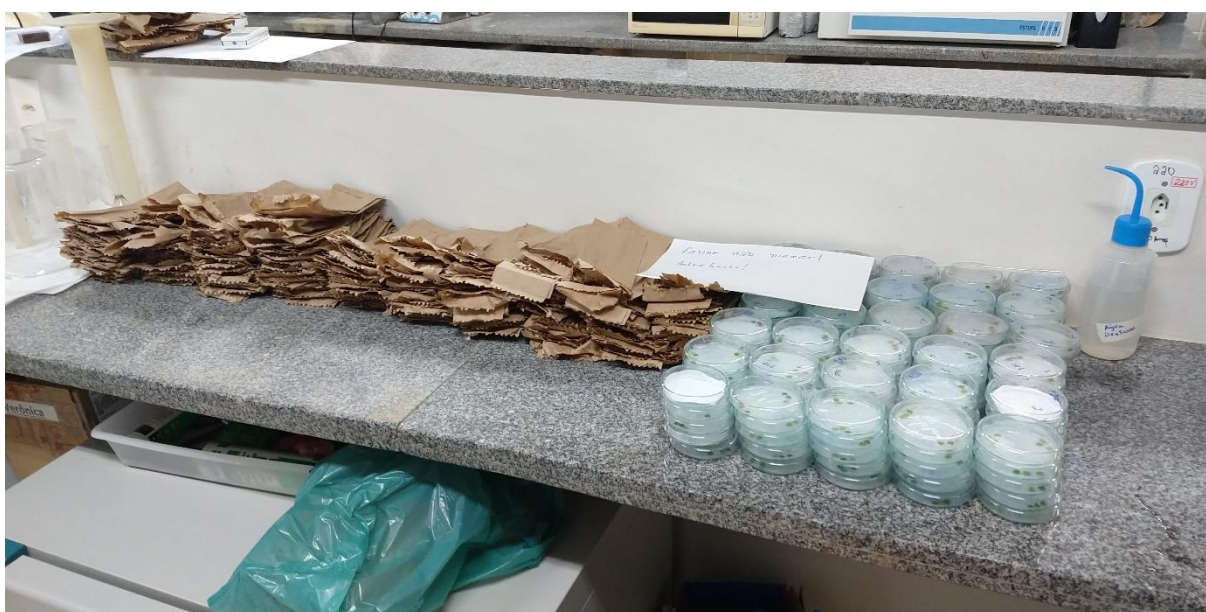


FIGURA 40. Espécimes implantados na área. (A) Aroeira (*S. terebinthifolius*), (B) Cajá Mirim (*S. mombin*), (C) Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), (D) Ingá Mirim (*I. laurina*), e (E) Murta de restinga (*M. guianensis*).



APÊNDICE 31. Espécimes implantados na área. (A) Aroeira (*S. terebinthifolius*), (B) Cajá Mirim (*S. mombin*), (C) Goiabinha do Ipiranga (*P. cattleianum*), (D) Ingá Mirim (*I. laurina*), e (E) Murta de restinga (*M. guianensis*).



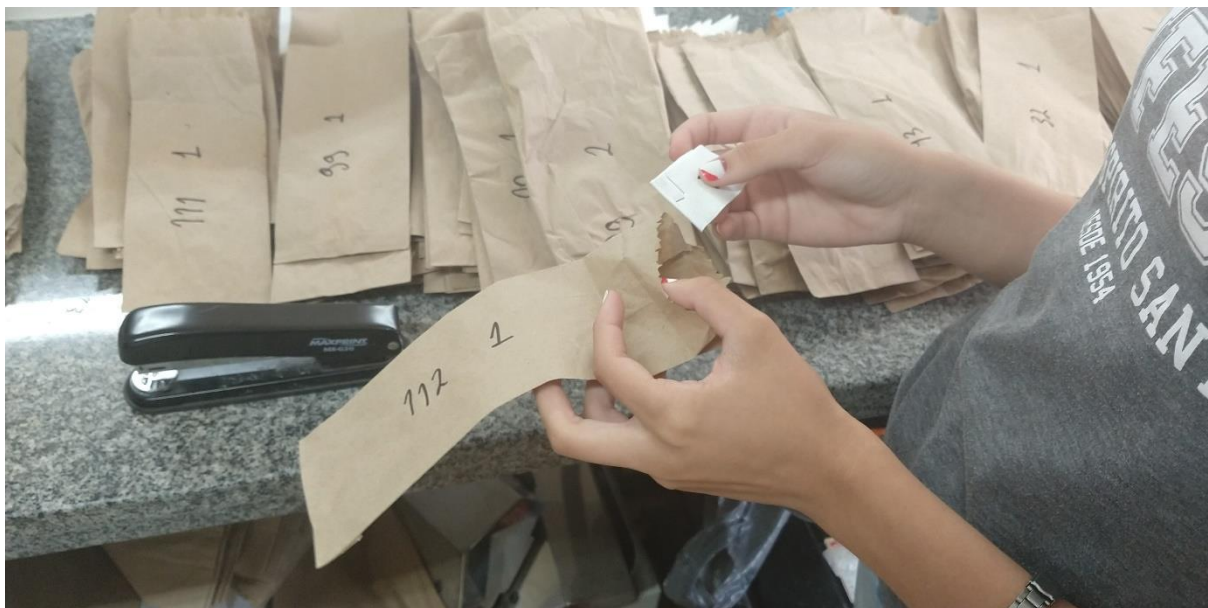
APÊNDICE 32. Avaliação de atributos foliares das áreas experimentais de Nova Era e Inhambu.



APÊNDICE 33. Aferição das massas turgidas de os discos foliares amostrados nas áreas experimentais de Nova Era e Inhambu.



APÊNDICE 34. Aferição da espessura dos discos foliares amostrados nas áreas experimentais de Nova Era e Inhambu.



APÊNDICE 10. Preparo para secagem em estufa das amostras foliares.