

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE UNB DE PLANALTINA

LAURIANE MONTEIRO DA FONSECA

**VIABILIDADE ECONÔMICA NO USO DE POLÍMERO
HIDROABSORVENTE EM MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS DO
CERRADO**

PLANALTINA-DF

2014

LAURIANE MONTEIRO DA FONSECA

**VIABILIDADE ECONÔMICA NO USO DE POLÍMERO
HIDROABSORVENTE EM MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS DO
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Tamiel Khan B. Jacobson

Coorientadora: Dr^a. Iris Roitman

PLANALTINA-DF

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Fonseca, Lauriane Monteiro

Viabilidade Econômica no Uso de Polímero Hidroabsorvente em Mudas de Espécies Nativas do Cerrado / Lauriane Monteiro da Fonseca. Planaltina – DF, 2014. 47f.

Monografia – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.
Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Tamiel Khan Baiocchi Jacobson

Coorientadora: Iris Roitman

1. Polímero Hidroretentor. 2. Recuperação de áreas degradadas. 3. Custos de plantio. 4. Cerrado. 5. Espécies Nativas. I. Fonseca, Lauriane Monteiro. II. Título

LAURIANE MONTEIRO DA FONSECA

**VIABILIDADE ECONÔMICA NO USO DE POLÍMERO
HIDROABSORVENTE EM MUDAS DE ESPÉCIES NATIVAS DO
CERRADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 26 de março de 2014.

Prof. Dr. Tamiel Khan Baiocchi Jacobson – UnB/FUP
(Orientador)

Dr^a. Iris Roitman – UnB
(Coorientadora)

Prof. Dr. José Vicente Elias Bernardi – UnB/FUP
(Examinador Interno)

À Deus, em primeiro lugar.

À minha família e amigos, que acreditaram em mim e agora podem ver o resultado de tanto esforço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, o Prof. Dr. Tamiel Khan Baiocchi Jacobson, que me ajudou e acreditou no meu potencial e aceitou trabalhar comigo, mesmo com tão pouco tempo.

À minha coorientadora Dr^a. Iris Roitman, que me ensinou e esteve comigo em cada dificuldade. Agradeço por se empenhar tanto nesse TCC, quanto no plantio embaixo de sol e chuva.

Agradeço ao Roberto e sua família, por acolher minhas ideias e apoiá-las. À todos do Viveiro Cerrado Vivo que me ajudaram nos plantios (Mábia, Carlos e Julianderson)

Aos meus amigos, principalmente à Taiane de Barros, Jonathas Felipe, Amanda Nunes, Juliana Ribeiro, Fábio Luis, Karen Fonseca, que estiveram dispostos a me ajudar, me ouvir e me apoiar, sempre quando precisei, além dos anos de amizade que quero levar comigo, e que pretendo manter. Obrigada amigos!

Ao Carlos Eduardo, que sempre esteve presente na execução desse trabalho de conclusão de curso, inclusive durante as viagens e desentendimentos. Muito Obrigada!

Aos meus pais, Carlos César e Neuza Fátima, e minha irmã Karlaine, que nunca duvidaram de mim, e têm orgulho de quem me tornei. Obrigada pela confiança e pelo amor que recebi durante toda essa jornada, além do incentivo de sempre seguir meus sonhos, e me auxiliarem quando eu já estava cansada. Amo vocês.

Aos professores da Gestão Ambiental da Faculdade UnB de Planaltina, que lutaram por nós, e hoje provamos do que somos capazes. À segunda Turma de Gestão Ambiental da UnB, da qual me orgulho de fazer parte.

À Deus, sempre, que nos momentos de desespero, o impossível se fez possível. Que nos momentos de felicidade, me proporcionou mais alegrias, e nos momentos de tristeza, soube consolar meu coração.

À todos, o meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. Introdução.....	13
2. Objetivos	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. Hipóteses	16
4. Referencial Teórico	17
4.1. O Cerrado	17
4.3. Áreas Degradadas e Recuperação Ambiental.....	21
4.4. Técnicas de Recuperação de Áreas Degradadas.....	23
4.4.1. O Plantio de Mudas	23
4.5. Estresse Hídrico das Plantas.....	23
4.6. Polímeros Hidroabsorventes: Utilização e Resultados.....	24
5. Material e Métodos	26
5.1. Área de Estudo	26
5.2. Delineamento Experimental	28
5.3. Análise dos Dados.....	31
5.3.1. Sobrevivência.....	31
5.3.2. Análise do Custo de Implantação do Experimento.....	32

6. Resultados	32
6.1. Sobrevivência	32
6.2. Análise de Variância: Fatorial Ax B	33
6.2.1. Teste De Comparação de Médias: T de Tukey.....	34
6.3. Crescimento	36
6.4. Levantamento de Custos.....	37
7. Discussão	40
8. Conclusão.....	42
9. Referências Bibliográficas	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de perfil (1) e cobertura arbórea (2) de um Cerrado Ralo representando uma faixa de 40m de comprimento por 10m de largura.....	19
Figura 2 – Precipitação média (mm) no mês de setembro, no Cerrado.....	20
Figura 3 – Precipitação anual média (mm), no bioma Cerrado.....	21
Figura 4 – Localização da área de estudo, em Planaltina - DF, próximo ao Vale do Amanhecer	27
Figura 5 – Experimento fatorial com dois fatores e com dois níveis.....	28
Figura 6 – Dimensões das unidades amostrais, disposição das mudas nas parcelas (A) e dos blocos na área experimental (B).....	29
Figura 7 – Média e desvio padrão da sobrevivência de mudas por tratamento.....	33
Figura 8 – Mortandade e desvio padrão por tratamento.....	35
Figura 9 – Crescimento médio das mudas em relação aos tratamentos T1 e T2.....	36
Figura 10 - Crescimento médio das mudas em relação aos tratamentos T3 e T4.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias mensais da precipitação pluvial na Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF, calculadas com os dados coletados entre os anos 1974 e 2003.....	19
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.....	28
Tabela 3 - Relação das espécies de mudas utilizadas no experimento, com respectivas fitofisionomias e nome popular.....	30
Tabela 4 - Taxa de sobrevivência por tratamento e por bloco.....	32
Tabela 5 - Teste de normalidade D'Agostinho.....	33
Tabela 6 - Quadro de análise de variância (ANOVA).....	34
Tabela 7 – Número total de mortos por tratamento.....	34
Tabela 8 – Diferença absoluta (Δ) entre as médias de mortandade por tratamentos.....	35
Tabela 9 – Orçamento detalhado dos custos do plantio e replantio com a utilização do polímero hidroretentor.....	38
Tabela 10 - Orçamento detalhado dos custos do plantio e replantio sem a utilização do polímero hidroretentor.....	39

RESUMO

Viabilidade Econômica no Uso de Polímero Hidroabsorvente em Mudanças de Espécies Nativas do Cerrado

No Distrito Federal, para cada hectare urbanizado, outro é alterado pelos impactos indiretos das atividades humanas. A recuperação de uma área degradada é necessária para mitigar a interferência antrópica no ambiente. Uma das principais causas de mortalidade e do baixo desenvolvimento de mudas em plantios nas áreas degradadas em ambientes estacionais como o Cerrado, é o estresse hídrico. Polímeros hidroretentores estão sendo usados como condicionadores hídricos do solo. Embora pesquisas sobre a utilização de polímeros hidroretentores aplicados à recuperação de áreas degradadas esteja em crescimento, ainda não há consenso quanto à sua efetividade. Sendo assim, faz-se necessário determinar o custo e a eficiência do uso do polímero hidroretentor no plantio de mudas de espécies nativas de Cerrado, visando a recuperação de áreas degradadas. O estudo foi desenvolvido em uma área de cerrado *sensu stricto* degradada, no Setor de Chácaras Santos Drummond, próximo ao Vale do Amanhecer, em Planaltina, Distrito Federal. Foi realizado um experimento fatorial com dois fatores (época de plantio e uso do polímero hidroretentor), em dois níveis; antes e depois da estação chuvosa, com e sem o uso do polímero, respectivamente, divididos em quatro tratamentos. Para determinar a diferença estatística na análise da mortalidade entre tratamentos, foi utilizado análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias com teste "T" de Tukey. Foi determinado o custo adicional do uso do hidrogel na execução do plano de recuperação. Este valor foi comparado ao custo de substituição de mudas mortas. A sobrevivência no tratamento com o polímero hidroretentor na estação seca foi significativamente maior que no tratamento sem o polímero, na mesma estação. O custo total (incluindo a substituição de mudas) do plantio sem o hidrogel foi maior quando comparado ao plantio com hidrogel, ambos na estação seca. O plantio no final da estação seca com o uso do polímero hidroretentor pode ser uma opção viável para minimizar os efeitos do estresse hídrico causado nesse período.

Palavras chave: Polímero Hidroretentor; Recuperação de áreas degradadas; Custos de plantio; Cerrado; Espécies Nativas

ABSTRACT

Economical Viability on Use of Polymer hydrogel in seedlings of native species of the Cerrado

In the Federal District, for each hectare urbanized, another is amended by indirect impacts of human activities. The recovery of a degraded area is necessary to mitigate anthropogenic interference with the environment. One of the main causes of mortality and low development of seedlings in plantations in degraded areas in seasonal environments such as the Cerrado, is water stress. Polymers hidrotentores water being used as soil conditioners. Although research on the use of polymers hidrotentores applied to the recovery of degraded areas is growing, there is still no consensus on its effectiveness. Therefore, it is necessary to determine the cost and efficiency of the use of polymer hidrotentor in planting seedlings of native Cerrado species, seeking the recovery of degraded areas. The study was conducted in an area of cerrado sensu stricto degraded in Sector Santos Drummond Ranches, near the Valley of the Dawn, Planaltina, Federal District. A factorial experiment with two factors (planting and use of hidrotentor polymer) was performed on two levels; before and after the rainy season, with and without the use of the polymer respectively divided into four treatments. To determine the statistical difference in the analysis of mortality among treatments, we used analysis of variance (ANOVA) and mean comparison test with "T" Tukey test. The additional cost of using the hydrogel in the implementation of the recovery plan was determined. This value was compared to the cost of replacing dead seedlings. The survival in the treatment with hidrotentor polymer in the dry season was significantly higher than in the treatment without the polymer, the same season. The total cost (including the replacement of seedlings) without planting the hydrogel was higher when compared to planting with hydrogel, both in the dry season. The planting in the dry season using the hidrotentor polymer may be a viable option to minimize the effects of water stress during this period.

Keywords: Polymer hidrotentor; Recovery of degraded areas; Planting costs; Cerrado; Native Species

1. Introdução

O Cerrado vem sofrendo com fortes modificações da paisagem natural, causadas pelas ações antrópicas. Mais da metade dos 2 milhões de km² do Bioma Cerrado tem sido transformado, nos últimos 35 anos, em pasto para pecuária, área para agricultura, e outros usos. Pastos cultivados com gramíneas invasoras cobrem pelo menos 500 mil km² do solo, e a agricultura tem mais de 100 mil km². A área para conservação do Bioma Cerrado tem apenas 33 mil km² (KLINK e MACHADO, 2005). Há aproximadamente uma década, 55% do Cerrado já havia sido desmatado ou transformado para usos humanos (MACHADO et al., 2004; KLINK e MACHADO, 2005). Isso quer dizer, 880 mil km² - três vezes a área desmatada da floresta Amazônica (KLINK e MACHADO, 2005).

No Distrito Federal, para cada hectare urbanizado, outro é alterado pelos impactos indiretos das atividades humanas. O desmatamento também vem sendo uma das principais alterações ambientais praticadas. A abertura de áreas com vegetação nativa para a construção, mineração, agricultura e pecuária não tem sido devidamente acompanhada por ações de revegetação (PARRON et al., 2008). A restauração de ecossistemas é a melhor alternativa para os problemas decorrentes do uso inadequado do solo (AQUINO et al., 2009).

Segundo Corrêa (1998), áreas degradadas são alterações de ecossistemas naturais. Os objetivos da recuperação de áreas degradadas são restaurar sua estrutura e recuperar sua função no ecossistema, seja na produção de alimentos e matérias-primas, ou na prestação de serviços ecossistêmicos (RODRIGUES e GANDOLFI, 2001).

A recuperação de uma área degradada é necessária para mitigar a interferência antrópica no ambiente, deixando o local com estrutura mais próxima possível da área original preservada. Para se atingir essa meta, pode-se utilizar metodologias para que a recuperação seja feita de forma mais rápida e eficaz. A demanda de conhecimento provocada pela sociedade para a reversão dos problemas ambientais, tem incentivado o surgimento de novas estratégias e técnicas de recuperação de áreas degradadas, assim como dos ecossistemas severamente modificados pela atividade antrópica (VALCARCEL e SILVA, 2000).

Resiliência pode ser definida como a capacidade de um ecossistema, ou parte dele, de retornar ao estado anterior à perturbação, em um determinado período de tempo (CORRÊA e LEITE, 1998). Caso o ambiente não se recupere sozinho, diz-se que o ambiente está degradado, e é necessária intervenção antrópica para acelerar o processo de recuperação (CORRÊA, 1998). Estas intervenções se dão por métodos de restauração ecológica, como regeneração natural, semeadura direta, uso de leguminosas herbáceas para adubação e conservação do solo junto a espécies arbóreas, técnicas de nucleação, plantio de mudas, entre outros.

Uma das principais causas de mortalidade e de baixo desenvolvimento de mudas em plantios nas áreas degradadas é o estresse hídrico, sendo que a falta de retenção hídrica dos substratos nos meses secos pós-semeadura tem sido o fator principal do fracasso em projetos de revegetação no Cerrado (CORRÊA e CARDOSO, 1998). A escassez hídrica é extremamente prejudicial no período pós-plantio em razão das altas temperaturas, limitando o plantio à estação chuvosa e a épocas de temperaturas amenas. Por isso, polímeros hidroretentores estão sendo usados como condicionadores hídricos do solo, buscando minimizar a irregular disponibilidade de água às plantas (CALHEIROS et al., 2001).

A utilização dos polímeros hidroretentores, conhecidos também como hidrogel, polímero hidroabsorvente e polímero superabsorvente, surgiu no meio agrícola na década de 1950, sendo seus efeitos benéficos reconhecidos desde então, no que diz respeito ao aumento da retenção de água no solo, redução da lixiviação de nutrientes, melhoria na capacidade de troca catiônica e maior disponibilidade de água para as plantas (AZEVEDO et al., 2002).

As pesquisas com o polímero hidroretentor são realizadas tanto em sementes quanto em mudas, no plantio em tubetes em viveiros ou em plantio em campo. No Brasil, alguns tipos de polímeros são utilizados na produção de frutíferas, hortaliças, eucalipto, pinhão-manso, amora, mudas de espécies olerícolas, mudas nativas do Cerrado, e com efeitos benéficos incorporado ao substrato para a produção de mudas de café (AZEVEDO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2004; ALVES, 2009; GARCIA et al., 2010; SOUZA et al., 2010; MOREIRA et al., 2011; VENTUROLI e

VENTUROLI, 2011; BERNARDI et al., 2012; DRANSKI et al., 2013; SOUSA et al., 2013; VENTUROLI et al., 2013).

O Cerrado tem clima sazonal úmido, com precipitações que variam de 800 a 1800mm, com 90% da precipitação anual ocorrendo durante a estação chuvosa, entre outubro e abril. A estação seca varia de maio a setembro (BUSTAMANTE et al., 2012). Como as estações são bem definidas no bioma Cerrado, limita-se a época de plantio à estação chuvosa. Uma alternativa para essa limitação é o uso do hidrogel incorporado ao plantio na estação seca.

A utilização do polímero hidroretentor junto ao substrato para produção de mudas de espécies lenhosas nativas do Cerrado ainda é pouco estudada. Embora a pesquisa a cerca dos polímeros hidroabsorventes aplicados à recuperação de áreas degradadas esteja em crescimento, ainda não há consenso quanto à sua efetividade.

Uma das lacunas de estudos e pesquisas a respeito do uso do polímero hidroretentor é a falta de um aprofundamento da análise do custo-benefício, com escassez de trabalhos a respeito da avaliação do custo-benefício da utilização do hidrogel em programas de recuperação de áreas degradadas no Cerrado. Sendo assim, faz-se necessário determinar seu custo e eficiência na prevenção da mortalidade por estresse hídrico, em experimentos de recuperação de área degradada.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Determinar o custo e a eficiência do uso do polímero hidrorretentor no plantio de mudas nativas visando a recuperação de áreas degradadas.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o desenvolvimento inicial das mudas, em termos de crescimento e sobrevivência no projeto de recuperação;
- Avaliar a eficiência do uso do hidrogel na sobrevivência das mudas de espécies de matas ripárias, nas estações seca e chuvosa;
- Determinar o custo adicional do uso do hidrogel para recuperação de áreas degradadas no Cerrado;
- Determinar se o custo adicional do uso do hidrogel é inferior ao custo de substituição de mudas.

3. Hipóteses

O presente estudo parte da premissa de que o hidrogel, ao proteger a muda do estresse hídrico, possui efeito significativo na redução da mortalidade de mudas plantadas na estação seca. Assim, espera-se que:

- a) Haja efeito significativo do uso do hidrogel sobre a sobrevivência de mudas na estação seca; e
- b) Não haja efeito significativo do uso do hidrogel, sobre a sobrevivência de mudas, na estação chuvosa.

4. Referencial Teórico

4.1. O Cerrado

Cerrado é uma palavra de origem espanhola que significa fechado e que busca demonstrar as características da densa vegetação arbustivo-herbácea que ocorre na formação savânica (RIBEIRO e WALTER, 1998). O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, depois da Amazônia, com cerca de 2 milhões de km² (KLINK e MACHADO, 2005). De acordo com Klink e Machado (2005), o clima do Cerrado é sazonal – chuvoso de outubro a março e seco de abril a setembro.

Segundo Eiten (1994), o Cerrado pode ser dividido em dois grupos de espécies vegetais: a camada de árvores e arbustos de caules grossos e a camada rasteira. No Cerrado, os tipos de solos predominantes são da classe dos Latossolos, tanto em áreas sedimentares quanto em terrenos cristalinos (RIBEIRO e WALTER, 1998). Os solos do Distrito Federal representam bem os solos do Cerrado, com 54,5% da área coberta por Latossolos (HARIDASAN, 1990). Carvalho (2008) classifica os Latossolos como:

[...] solos profundos, de cor vermelha ou vermelho-amarela, porosos, permeáveis, bem drenados, intensamente lixiviados e de baixa fertilidade, apresentando acidez elevada por causa da lixiviação de cálcio, magnésio e potássio e aos altos teores de alumínio.

As espécies de Cerrado são adaptadas a condições de baixa fertilidade do solo. Além disso, a adubação química supera esse problema nos primeiros estágios de crescimento (CORRÊA e CARDOSO, 1998).

Ribeiro e Walter (2001) identificaram 11 fitofisionomias no Cerrado, agrupados em 3 tipos de formações vegetacionais florestais, savânicas e campestres. As formações florestais englobam a mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão; as formações savânicas agrupam cerrado sentido restrito (cerrado *sensu stricto*), parque de cerrado, palmeiral e vereda; e as campestres compreendem campo sujo, campo rupestre e campo limpo (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Características definidas do cerrado sentido restrito são árvores baixas e tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados (RIBEIRO e WALTER, 1998). Os troncos das plantas lenhosas possuem cascas com cortiça grossa, fendida, e as folhas em geral são rígidas e coriáceas. Essas características fornecem aspectos de adaptação à condições de seca (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Grande parte dos solos da vegetação de cerrado sentido restrito são da classe dos Latossolos. Os Latossolos representam cerca de 41 % da área, apresentam coloração variando do vermelho ao amarelo, são profundos, bem drenados, ácidos, com alto teor de alumínio e pobres em nutrientes como cálcio, magnésio, potássio e alguns micronutrientes (REATTO & MARTINS, 2005). Devido à alta complexidade dos fatores condicionantes do cerrado sentido restrito, surgiram subdivisões das fitofisionomias existentes: cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre (RIBEIRO e WALTER, 1998).

O cerrado sentido restrito é o tipo fitofisionômico que apresenta o maior número de subtipos. A separação dos subtipos se dá, inicialmente, pela densidade arbórea, seguindo-se critérios de substrato e flora, havendo diversas hipóteses sobre as causas de raleamento da camada lenhosa (RIBEIRO e WALTER, 1998). Lopes (1975) encontrou correlação positiva entre a densidade de vegetação e os teores de zinco, magnésio, CTC efetiva, cálcio, pH, fósforo, potássio, cobre e matéria orgânica, enquanto Goodland e Ferri (1979) encontraram correlação negativa significativa entre alumínio e teores de Ca^{++} , Mg^{++} e K., além de baixa CTC.

O cerrado ralo é um subtipo do cerrado sentido restrito, formado por árvores e arbustos com cobertura arbórea de 5% a 20% e altura média e menos densa de cerrado *sensu stricto*. A camada de arbustos e ervas é a mais destacada se comparada aos subtipos cerrado denso e cerrado ralo. Ocorre principalmente em solos com características variadas de coloração, de amarelo claro, avermelhada até vermelho-escuro (RIBEIRO e WALTER, 1998).

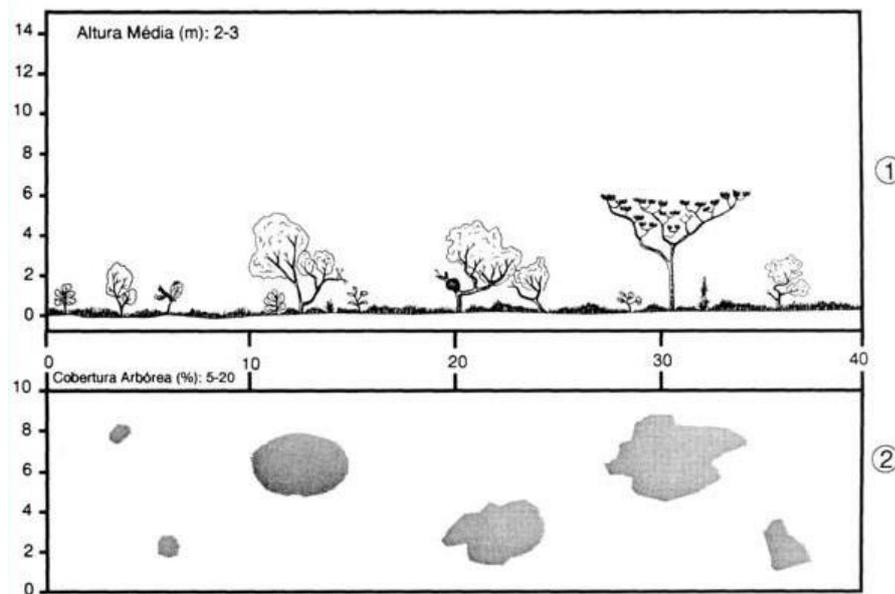


Figura 1 - Diagrama de perfil (1) e cobertura arbórea (2) de um Cerrado Ralo representando uma faixa de 40m de comprimento por 10m de largura. Fonte: Ribeiro e Walter (1998)

4.2. As Chuvas no Cerrado

O Cerrado tem características climáticas peculiares, com chuvas tropicais, e duas estações bem definidas: a chuvosa, com início em outubro, e vai até o mês de abril; e a estação seca, marcada por deficiência hídrica causada pelos longos períodos sem chuvas (SILVA et al., 2008; MOREIRA, 1985). A estação seca tem início em maio, se estendendo até setembro (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias mensais da precipitação pluvial na Embrapa Cerrados, em Planaltina-DF, entre os anos 1974 e 2003.

Mês	Média (mm)	Desvio-padrão (mm)	CV (%)
Janeiro	254,4	139,6	54,88
Fevereiro	184,4	95,7	51,9
Março	214,0	122,9	57,44
Abril	92,5	51,8	55,98
Maio	26,5	28,2	106,17
Junho	5,1	9,3	181,29
Julho	5,4	13,3	246,3
Agosto	16,4	21,0	128,03
Setembro	41,4	38,8	93,68
Outubro	132,6	89,2	67,25
Novembro	191,4	79,0	41,26
Dezembro	229,6	97,1	42,28
Anual	1393,83	293,91	21,09

Fonte: Malaquias et al. (2010).

Distribuição da precipitação pluviométrica no Cerrado no mês de setembro (Fig. 2). Pode-se observar a existência de duas classes de precipitação: uma, variando entre 50 mm e 100 mm ocorrendo mais ao sul; e outra entre 0 mm e 50 mm, onde situa-se o Distrito Federal, em outras áreas da região que continuam com os mesmos índices pluviométricos registrados na estação seca (SILVA et al., 2008).

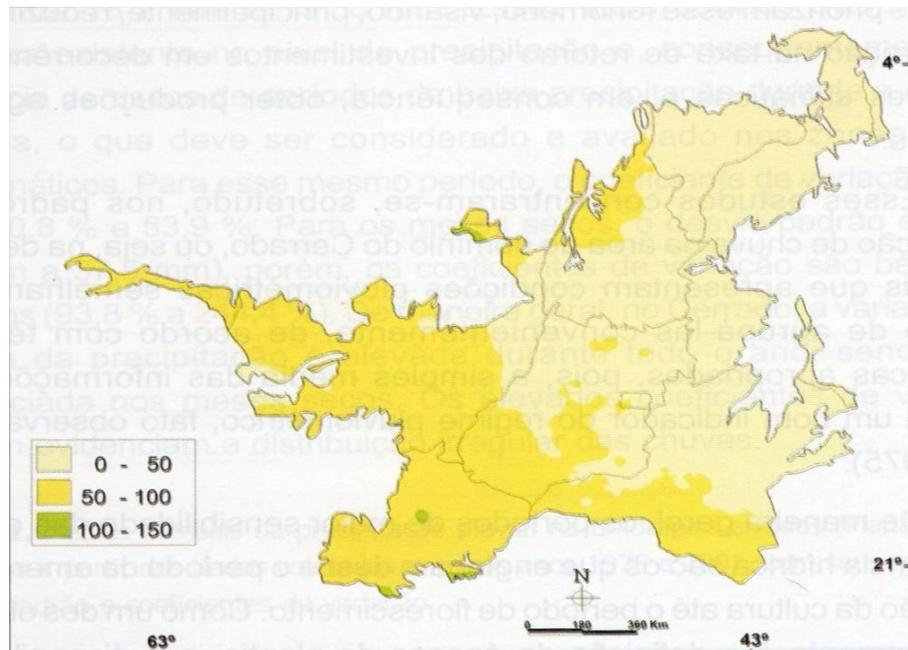


Figura 2 – Precipitação média (mm) no mês de setembro, no Cerrado. Fonte: SILVA et al. (2008)

Precipitação média anual do Cerrado (Fig. 3). À medida que se avança nas direções de leste para oeste, a precipitação total anual aumenta, atingindo valores de 2.000 a 2.200 mm. No DF, a pluviosidade varia entre 1.200 a 1.600 mm.

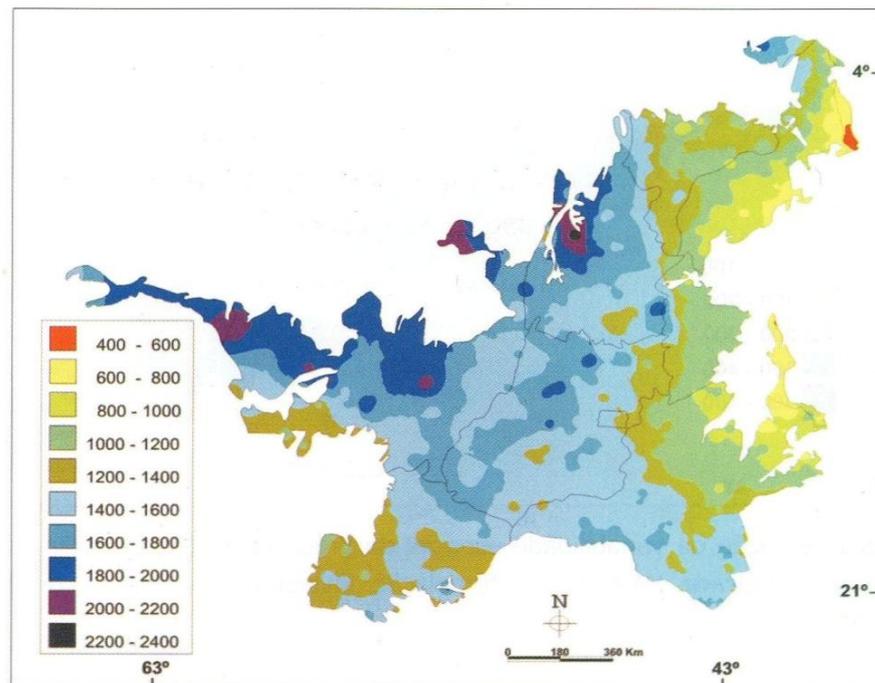


Figura 3 – Precipitação anual média (mm), no bioma Cerrado. Fonte: SILVA et al. (2008)

4.3. Áreas Degradadas e Recuperação Ambiental

Áreas degradadas são ambientes criados pelo homem e a ecologia que rege seus processos é pouco conhecida (CORRÊA, 1998), e até o ano de 2010, mais de 1 milhão de km² do Cerrado foi desmatado - 49,07% da área original - (IBAMA, 2011).

De acordo com o Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelece que:

[...]são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

De acordo com a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que regulamenta o artigo 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III E VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), define-se recuperação como “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre

degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original”. E restauração é definida como “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”.

Termos como recomposição, restauração, reabilitação, revegetação, reflorestamento, implantação e redefinição vêm sendo utilizados para se referir às atividades de “recuperação” de uma área degradada (LIMA, 1994).

Engel e Parrotta (2001) definem recuperação ambiental como a reconstrução de um ambiente que sofreu diferentes graus de alteração, com ou sem intervenção humana, objetivando a reativação da dinâmica natural da flora e fauna, similar àquela preexistente. A restauração ecológica busca gerar estabilidade e integridade biológicas aos ecossistemas naturais, com o objetivo de recriar comunidades ecologicamente viáveis, incentivar a capacidade natural de mudança dos ecossistemas e resgatar uma relação saudável entre a natureza e o homem (ENGEL e PARROTTA, 2003).

O termo restauração significa repor de forma exata as condições originais do ecossistema, por isso, esse termo é substituído por recuperação (ENGEL e PARROTTA, 2003). Os níveis de alteração ambiental vão desde pequenas perturbações até grandes alterações ambientais que ultrapassam o limite de resiliência, isto é, a capacidade natural de auto-recuperação do ambiente.

Áreas pouco perturbadas têm a tendência de se regenerar mais rapidamente, pois existe a disponibilidade de banco e chuva de sementes, e o solo ainda não sofreu processos severos de degradação. Mas em um ambiente muito degradado, o banco e chuva de sementes já desapareceu e os solos sofreram processos intensivos de degradação, e exigem a intervenção humana para sua recuperação. Essa intervenção deverá ser pontual, visando apenas a aceleração do processo de sucessão natural das espécies (ENGEL e PARROTTA, 2003).

4.4. Técnicas de Recuperação de Áreas Degradadas

A evolução das técnicas de revegetação com espécies nativas misturadas à exóticas priorizam a recuperação, que hoje, assume várias formas, possui vários objetivos e tornou-se um termo genérico (CORRÊA, 1998).

As atividades humanas, quando desenvolvidas de modo desregulado, causam degradação do ambiente. A busca por conhecimento pela sociedade para a recuperação do ambiente modificado, tem estimulado a criação de novas técnicas e estratégias de restauração e recuperação de áreas degradadas, assim como dos ecossistemas modificados pela atividade antrópica (VALCARCEL e SILVA, 2000). As técnicas utilizadas para a restauração ecológica podem ser diferentes, dependendo da fitofisionomia a ser restaurada (RIBEIRO e WALTER, 2001).

4.4.1. O Plantio de Mudanças

O plantio de mudas tem apontado grande eficiência quando se trata de recuperação de áreas degradadas, e, por isso, está sendo muito utilizado com essa finalidade (SOUSA et al., 2013), tendo como objetivo restaurar as condições originais do ecossistema e deve conter um número aproximado de plantas de acordo com a densidade natural da área (AGUIAR e AQUINO, 2003).

A escolha das espécies vegetais para a recuperação de uma área degradada é de fundamental importância para o sucesso do projeto (CORRÊA e CARDOSO, 1998). A seleção e a definição de espécies para os plantios devem se basear no ambiente que se deseja restaurar (PARRON, 2008). Estudos realizados em cerrado sentido restrito utilizando plantios com espécies nativas, mostraram boa sobrevivência mesmo com a estação seca prolongada (PARRON, 2008).

4.5. Estresse Hídrico das Plantas

Várias pesquisas revelam que há interação das condições físicas do solo e o crescimento das plantas. As características físicas do solo que estão diretamente

ligadas ao crescimento são: aeração, resistência à penetração das raízes e retenção de água (TORMENA et al., 1998).

A ausência da água, além de influenciar no crescimento das plantas, também pode alterar a taxa de sobrevivência. A água é necessária para a distribuição e produtividade das plantas cultivadas (SILVA et al., 2002). De acordo com Andrade e Casali (1999), alguns estudos têm mostrado que plantas com déficit hídrico têm maior vulnerabilidade a doenças e pragas. Em relação a estudos de estresse hídrico em plantas nativas do Cerrado para estudos de recuperação de áreas degradadas, o assunto ainda é pouco pesquisado.

4.6. Polímeros Hidroabsorventes: Utilização e Resultados

Os polímeros sintéticos, chamados de polímeros hidroabsorventes, surgiram na década de 50, e são utilizados para aumentar a capacidade de armazenamento de água do substrato. Este aumento no armazenamento de água é atribuído à capacidade que o polímero tem de se expandir. Os polímeros utilizados como condicionadores de solo são identificados com as seguintes nomenclaturas: hidrogel, gel, polímero hidrotentor, polímero hidroabsorvente e polímero superabsorvente (AZEVEDO et al., 2002).

Os polímeros são substâncias insolúveis em água, que tem capacidade de absorver mais de cem vezes a sua própria massa em água. É um produto que não modifica o meio ambiente, é inodoro e tem aspecto de pequenos cristais brancos. Quando hidratados, adquirem a forma de gel transparente, atingindo o tamanho de 1 cm³ por cristal. O hidrogel possui a capacidade de permanecer absorvendo e liberando água no solo por períodos longos, de até cinco anos, dependendo das variáveis (AZEVEDO et al., 2002).

A adição desse polímero no solo otimiza a disponibilidade de água, reduz as perdas por percolação, a compactação do solo e a irrigação, em até 50%. Melhora a aeração, aumenta a capacidade de troca catiônica, reduz a variação brusca da temperatura do solo e a redução da lixiviação e evapotranspiração do solo (AZEVEDO et al., 2002). A adição de hidrogel aumenta em 16% a porosidade do

solo, devido ao movimento de expansão, quando em fase de hidratação, e de contração, quando em fase de desidratação (AZEVEDO, et al., 2002).

Os benefícios do hidrogel para as plantas consistem no melhoramento da germinação das sementes, maior aproveitamento dos fertilizantes, melhor enraizamento, redução da mortalidade das plantas e mudas transplantadas, aumento da produtividade e redução do estresse hídrico (AZEVEDO, et al., 2002).

Alguns resultados mostraram a eficácia do hidrogel, como Taylor e Halfacre (1986), que estudaram o efeito do hidrogel na retenção de água e disponibilidade de nutrientes para *Ligustrum lucidum* Ait. (ligustro), e observaram que as plantas com o tratamento com polímero cresceram e necessitaram de baixa frequência de irrigação, comparado ao tratamento sem hidrogel.

O objetivo do trabalho de Azevedo et al. (2002) foi avaliar a eficiência do polímero hidroretentor no armazenamento de água para *Coffea arabica* cv. Tupi. Como resultado, o uso do hidrogel permitiu que a reposição de água no solo fosse mais espaçada, sem que as plantas apresentassem sintomas de estresse hídrico. Os autores concluíram que aumentando o intervalo entre irrigações, na ausência de polímero hidroabsorvente no substrato, as mudas acumularam menos matéria seca, e, aumentado o nível de polímero superabsorvente no substrato, o efeito do déficit hídrico tende a ser anulado. Como o acúmulo de matéria seca pelas mudas do café está relacionado com o vigor de crescimento, a incorporação de polímero hidroretentor no substrato melhora este desempenho.

Dranski et al. (2012) observaram que a imersão das raízes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em hidrogel aumentou significativamente a porcentagem de sobrevivência no plantio na primavera, nas condições do oeste do Paraná.

Moreira et al. (2011) testaram o hidrogel em *Morus sp.* e os resultados mostraram que as mudas de amoreira podem ser formadas por estacas com diâmetro entre 4 e 10mm, e a incorporação do polímero hidroabsorvente ao substrato, favoreceu o melhor desenvolvimento das mudas.

Bernardi et al. (2012) estudaram o uso do hidrogel em mudas de eucalipto (*Corymbia citriodora*), e comprovaram que houve efeito positivo para a altura da

parte aérea e diâmetro com o uso do polímero, e que este permite a redução em, pelo menos, 20% da adubação utilizada em viveiro, podendo atingir 40%, tanto na adubação de base quanto na adubação de cobertura.

Venturoli e Venturoli (2011) testaram o polímero hidroretentor em espécies nativas do cerrado sentido restrito, tendo como finalidade recuperar uma área degradada pela exploração de areia quartzítica, no Distrito Federal. O resultado demonstrou a eficiência do hidrogel, evitando a mortalidade das mudas na estação seca do ano e que seu uso pode contribuir com a restauração de áreas degradadas.

Por outro lado, pesquisas também indicam que o uso do hidrogel não apresentou diferenças significativas, como Souza et al. (2010), que observaram a influência do hidrogel na sobrevivência de mudas nativas do Cerrado durante a estação chuvosa. As avaliações finais mostraram uma sobrevivência de 98% das plantas que receberam o hidrogel em relação a 96% das plantas que não receberam o polímero. Como resultado, concluíram que não houve influência significativa do uso do polímero hidroabsorvente na sobrevivência das plantas.

Sousa et al. (2013) avaliaram a incorporação de hidrogel ao substrato na produção de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L) Speg). O resultado foi negativo para a produção de mudas da espécie, ou seja, não é recomendado o uso do hidrogel para as mudas de angico-vermelho, em Goiás.

5. Material e Métodos

5.1. Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em uma área degradada de cerrado *sensu stricto*, no Setor de Chácaras Santos Drummond (latitude 15° 40'19,75" S; longitude 47° 38'25,08" O; altitude 943m), próximo ao Vale do Amanhecer, em Planaltina, Distrito Federal (Figura 4).

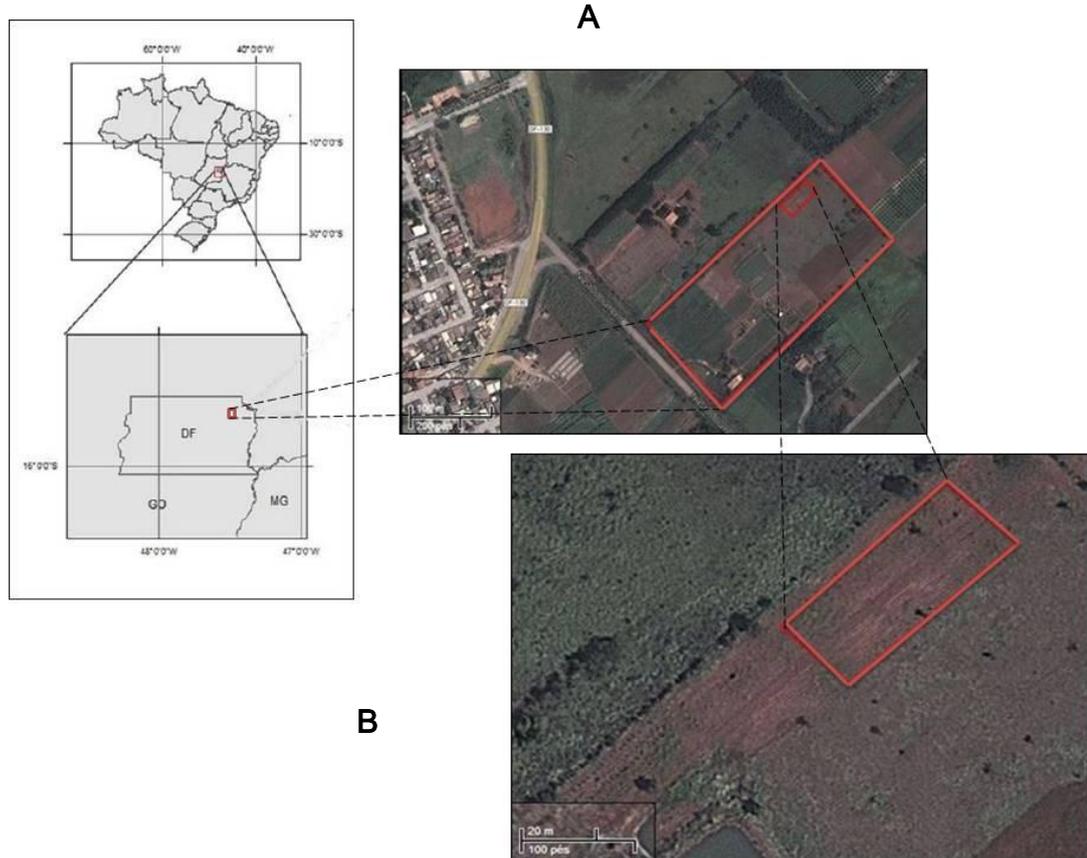


Figura 4 - Localização da área de estudo, em Planaltina- DF, próximo ao Vale do Amanhecer (A). Área de estudo (B).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é classificado como Aw, com duas estações bem definidas: estação seca e estação chuvosa, ocorrendo veranicos na época das chuvas. Precipitação média variando em 1500 mm. A temperatura anual média varia de 21,3 a 27,2 °C (PORTAL BRASIL, 2014).

O experimento foi realizado em uma área de Latossolo Vermelho, de acordo com a classificação da Embrapa (2006), cuja fitofisionomia inicial era de cerrado sentido restrito, com o subtipo cerrado ralo (RIBEIRO e WALTER, 1998).

No histórico da área, a vegetação nativa foi desmatada com a finalidade de ser usada para pastagem. No início do experimento, a área que apresentava dominância de *Brachiaria decumbens* (braquiária), foi manejada para plantio com a ajuda de um trator para terraplenagem.

5.2. Delineamento Experimental

Foi realizado um experimento fatorial com dois fatores (época de plantio e uso do polímero hidroretentor), em dois níveis; antes e depois da estação chuvosa, com e sem o uso do polímero (Figura 5; Tabela 2).

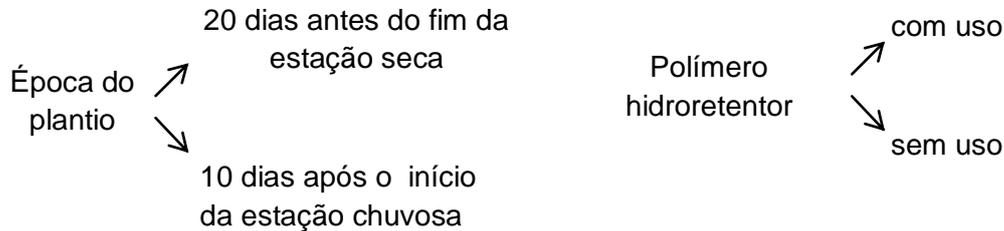


Figura 5 - Experimento fatorial com dois fatores: época de plantio e uso do polímero hidroretentor; cada um com dois níveis: antes e depois da estação chuvosa e com e sem o uso do hidrogel.

Tabela 2- Descrição dos tratamentos utilizados no experimento

Tratamento	Descrição
T ₁	Plantio na estação seca com 5g/cova de polímero hidroretentor Forth Gel® hidratado
T ₂	Plantio na estação seca sem polímero hidroretentor Forth Gel®
T ₃	Plantio no início da estação chuvosa com 5g/cova de polímero hidroretentor Forth Gel® hidratado
T ₄	Plantio no início da estação chuvosa sem polímero hidroretentor Forth Gel®

Os tratamentos T1 e T2 foram implantados em setembro de 2013, com o plantio de 360 mudas, de 8 espécies lenhosas nativas do Cerrado. Os tratamentos T3 e T4 foram realizados em novembro do mesmo ano, com a mesma quantidade de mudas.

Foram estabelecidos quatro blocos paralelos de 3m x 36m, com espaçamento de 5m entre blocos, totalizando uma área de 27m x 36m (Fig. 6B). Cada bloco consistiu de 12 parcelas de 3m x 3m dispostas lateralmente (Fig. 6A). As mudas

foram plantadas em disposição de quincôncio, conforme Kageyama e Gandara (2000). Cada unidade amostral (parcela) foi composta por 12 mudas avaliadas (pontos pretos). Três mudas por parcela (pontos vermelhos) representam as mudas que foram plantadas na recuperação da área, mas não foram utilizadas na análise. (Fig. 6A).

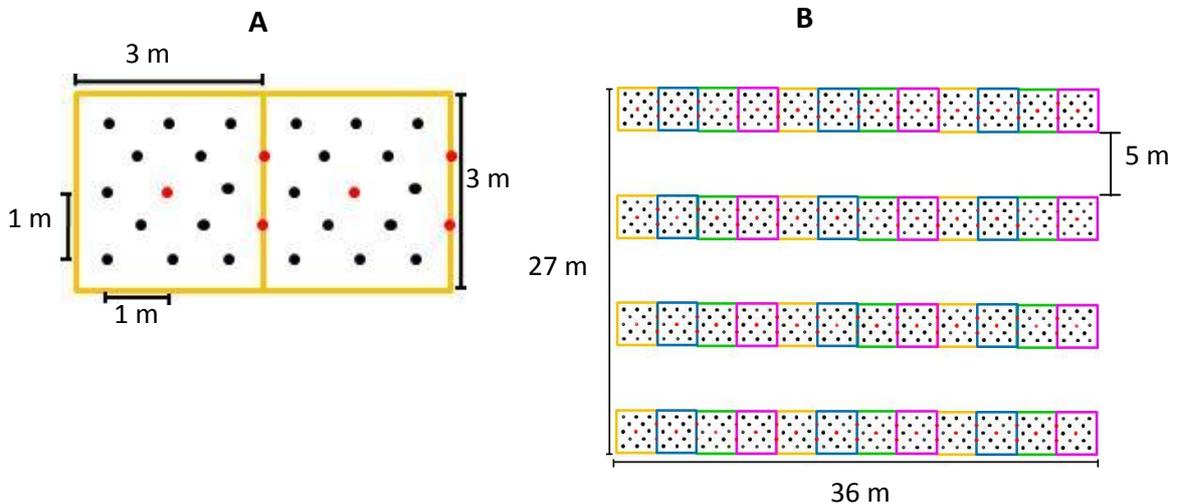


Figura 6 – Dimensões das unidades amostrais, disposição das mudas nas parcelas (A) e dos blocos na área experimental (B). A disposição dos quatro tratamentos ao longo de cada bloco foi determinada por sorteio.

Todas as parcelas receberam adubação (200g de fertilizante orgânico, 50g de CT cálcio e boro e 50g de adubo químico $N_4 P_{14} K_8$) em covas de dimensões médias de 0,3 metros de profundidade por 0,3 metros de largura e 0,3 metros de comprimento.

Foram utilizadas seis espécies lenhosas nativas do Cerrado (*Tapirira guianensis* Aubl., *Genipa americana* L., *Cedrela fissilis* Vell., *Hymenaea courbaril* L., *Handroanthus serratifolius* (A.H.Gentry) S.Grose e *Inga cylindrica* (Vell.) Mart.), com duas repetições de cada espécie em cada parcela, totalizando 12 mudas por parcela. As outras espécies que não foram contabilizadas são *Aegiphila sellowiana* Cham. e *Talisia esculenta* Radlk.

Para manter a mesma densidade de plantas ao longo dos blocos, respeitando o quincôncio, foram plantadas três mudas a mais em cada parcela. 546 mudas foram contabilizadas na amostragem e 144 tiveram seus dados descartados, totalizando 720 mudas plantadas no experimento (Figura 6A).

As espécies escolhidas foram nativas de matas ripárias, pois são mais sensíveis ao estresse hídrico, mas que também podem ser encontradas em outras fitofisionomias (Tabela 3).

Tabela 3 - Relação das espécies de mudas utilizadas no experimento, com respectivas fitofisionomias e nome popular. Fonte: Flora Brasiliensis

Espécie	Fitofisionomias	Nome popular
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Mata ciliar, mata de galeria, mata seca semidecídua, cerradão, cerrado denso, vereda	Pau-pombo
<i>Genipa americana</i> L.	Mata de galeria, cerradão	Jenipapo
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Floresta estacional decidual, floresta estacional semidecidual e floresta ombrófila, cerrado <i>lato sensu</i>	Cedro
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Mata de galeria	Jatobá-da-mata
<i>Handroanthus serratifolius</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Mata de galeria, florestas estacionais, cerrado	Ipê amarelo da mata
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	Mata ciliar, mata de galeria, floresta estacional semidecidual, cerrado <i>lato sensu</i>	Ingá

As espécies de mata ripárias são utilizadas em projetos de recuperação de áreas de cerrado sentido restrito, pois apresentam crescimento inicial mais rápido que as espécies de cerrado sentido restrito, recobrem o solo com maior rapidez, reduzindo competição por gramíneas exóticas (FELFILI, 2007; PINTO et al., 2007).

5.3. Análise dos Dados

5.3.1. Sobrevivência e Mortandade

A avaliação da sobrevivência das mudas foi realizada através do cálculo das taxas de sobrevivência, verificando a quantidade de plantas que permaneceram vivas, em relação ao número total de mudas plantadas.

A normalidade dos dados foi testada por meio do teste de normalidade de d'Agostino, que é adequado para amostras pequenas (>10), conforme descrito em Ayres et al. (2007). Foi utilizado o software BioEstat® para essa finalidade (Ayres et al. 2007). Para determinar se houve diferença significativa na mortandade de mudas entre tratamentos, foi realizado o teste paramétrico de análise de variância (ANOVA) e teste "F".

A ANOVA permite que vários grupos sejam comparados ao mesmo tempo. A ideia desse teste é comparar a variação dos tratamentos com a variação do resíduo. Seu principal objetivo é mostrar se um grupo é estatisticamente diferente de outro. Sendo assim, se a hipótese nula for rejeitada, sabe-se que existe pelo menos uma das médias de um tratamento que é diferente das demais.

Para determinar diferença significativa entre pares de tratamentos, ou seja, quais tratamentos diferem entre si, foi realizado o teste de comparação de médias (teste "T" de Tukey), conforme descrito a seguir, utilizando o software Excel®.

$$\Delta\alpha = q(\alpha, t, GLres) \cdot \frac{\sqrt{QMres}}{\sqrt{r}}$$

Onde:

Δ : Diferença mínima significativa a ser encontrada.

α : Nível de significância (neste caso, 0,05).

q : Amplitude total estudentizada (tabelada) em função do nível de significância, número de tratamentos (t), grau de liberdade do resíduo (GLres).

QMRes: Quadrado médio do resíduo

r : Número de repetições

5.3.2. Determinação do Custo Adicional do Uso do Polímero em Relação ao Custo Médio de Substituição de Mudanças.

Foi realizado um levantamento para determinar os custos envolvidos nas diferentes etapas de execução do plano de recuperação (como preparo do solo, obtenção de mudas, preparação de covas, plantio, etc.), com e sem o uso do hidrogel, bem como o custo substituição de mudas, devido à mortalidade. Foi determinada a diferença no número total de mudas sobreviventes entre os tratamentos com hidrogel na seca (T1) e sem hidrogel na seca (T2). Esse valor foi comparado ao custo adicional de uso do hidrogel.

6. Resultados

6.1. Sobrevivência

As taxas de sobrevivência dos diferentes tratamentos e blocos foram descritas na Tabela 4. A taxa de sobrevivência em T1 foi superior à sobrevivência em T2 (73,89% e 58,33%, respectivamente). A sobrevivência média de T1 foi maior que T2 em todos os blocos, enquanto os tratamentos T3 e T4 tiveram maior variação entre blocos.

Na Figura 7, pode-se observar que, de forma geral, T2 destacou-se dos demais por sua baixa taxa de sobrevivência.

Tabela 4- Taxa de sobrevivência por tratamento e por bloco.

Tratamento	Bloco				Total taxa de sobrevivência por Tratamento
	1	2	3	4	
T1	64,45%	82,22%	73,33%	75,56%	73,89%
T2	57,78%	68,89%	57,78%	48,89%	58,33%
T3	53,33%	77,78%	82,22%	84,44%	74,44%
T4	77,78%	80,00%	75,56%	75,56%	77,22%
Total taxa de sobrevivência por Bloco	63,33%	77,22%	72,22%	71,11%	

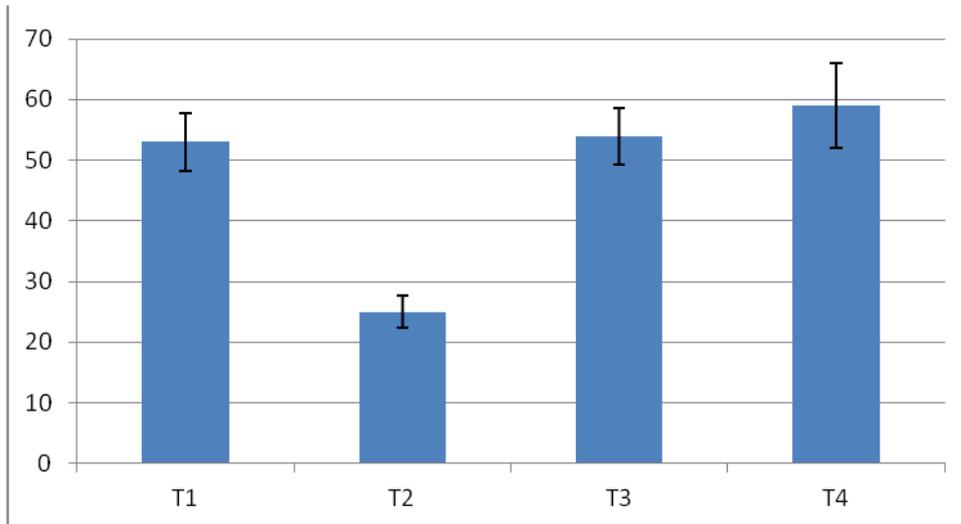


Fig. 7 – Média e desvio padrão da sobrevivência por tratamento

6.2. Análise de Variância e Teste F: Fatorial AxB

De acordo com o teste de normalidade de D'Agostino (Tabela 5), os dados apresentam, normalidade, já que o desvio encontrado está dentro dos limites críticos para a normalidade, permitindo, assim a utilização de modelos paramétricos.

Tabela 5 – Teste de normalidade D'Agostino

Tamanho da amostra =	48
D (Desvio) =	0.2747
Valores críticos 5%	0.2702 a 0.2866
Valores críticos 1%	0.2651 a 0.2874
p =	NS

A ANOVA revelou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) na mortalidade (número de plantas mortas) entre tratamentos ($p=0,0001$), entre blocos ($p=0,0036$) e na interação entre a época do plantio e o uso do polímero hidrorretentor ($p=0,0143$) (Tabela 6).

Tabela 6– Quadro de análise de variância (ANOVA). Valor de p aceito para $<0,05$.

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F	p
Tratamentos	3	59,2292	19,7431	12,4693	0,0001
Blocos	3	26,7292	8,9097	5,6272	0,0036
Interação entre época de plantio e uso do hidrogel	9	40,3542	4,4838	2,8319	0,0143
Erro	32	50,6667	1,5833		

A diferença entre blocos indica que o ambiente de estudo não é homogêneo, ou seja, com diferenças (entre blocos) em relação à quantidade de água recebida, à luz solar, incidência de formigas, entre outras variáveis, que podem ter influenciado nos resultados.

6.2.1. Teste De Comparação de Médias: T de Tukey

A maior mortandade ocorreu em T2, com 75 indivíduos (Tabela 7), e o maior desvio em T3 (Figura 8).

Tabela 7 – Número total de plantas mortas por tratamento

Tratamentos	Mortandade de indivíduos	Mortandade média
T1	47	3,95
T2	75	6,25
T3	46	3,83
T4	41	3,41

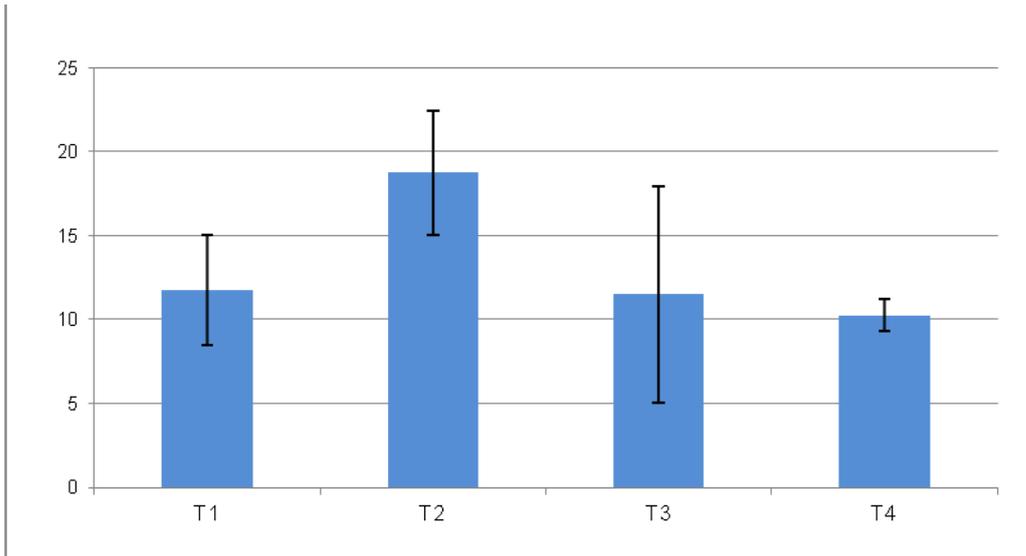


Figura 8 - Mortandade e desvio padrão por tratamento.

O valor de Δ crítico para o teste t de Tukey para $\alpha=0,05$, foi de 1,39.

$$\Delta\alpha = q(\alpha, t, GL_{res}) \cdot \frac{\sqrt{QM_{res}}}{\sqrt{r}} = 3.838 \cdot \frac{\sqrt{1,5838}}{\sqrt{12}} = 1,3914$$

Tabela 8 – Diferença absoluta (Δ) entre as médias de mortalidade por tratamentos. Valores de Δ significativos $\geq 1,39107$. *Valores Significativos.

Pares de tratamentos	Δ
T1-T2	2,333333*
T1-T3	0,083333
T1-T4	0,5
T2-T3	2,416667*
T2-T4	2,833333*
T3-T4	0,416667

Conforme esperado, o tratamento T1 foi diferente de T2 (Tabela 8), demonstrando que o uso do hidrogel possui efeito significativo sobre a redução da mortalidade durante a estação seca. Também, conforme esperado, o tratamento T2 foi diferente dos demais tratamentos da estação chuvosa (T3 e T4) e não houve diferença significativa na mortalidade entre T1, T3 e T4.

6.3. Crescimento

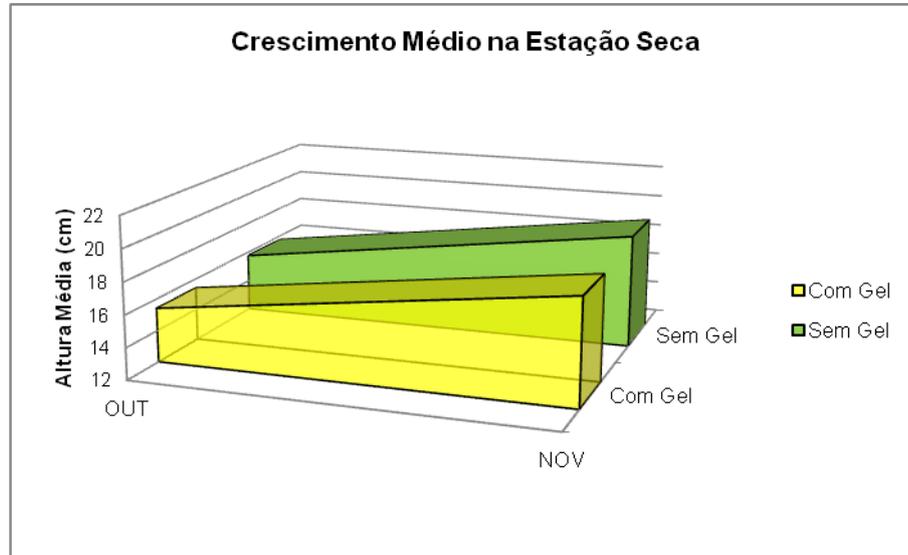


Figura 9 - Crescimento médio das mudas em relação aos tratamentos T1 e T2.

O Tratamento T1 obteve crescimento de 20%, com uma média inicial de 15,4 cm em outubro, enquanto no mês de novembro a média chegou a 18,6 cm, resultando em um crescimento de 3,1 cm. Em T2, foi observado um crescimento de 21%, sendo que no primeiro mês, as mudas apresentaram média de 15,7 cm, alcançando a 19,1 cm no segundo mês, resultando em 3,3 cm (Figura 9).

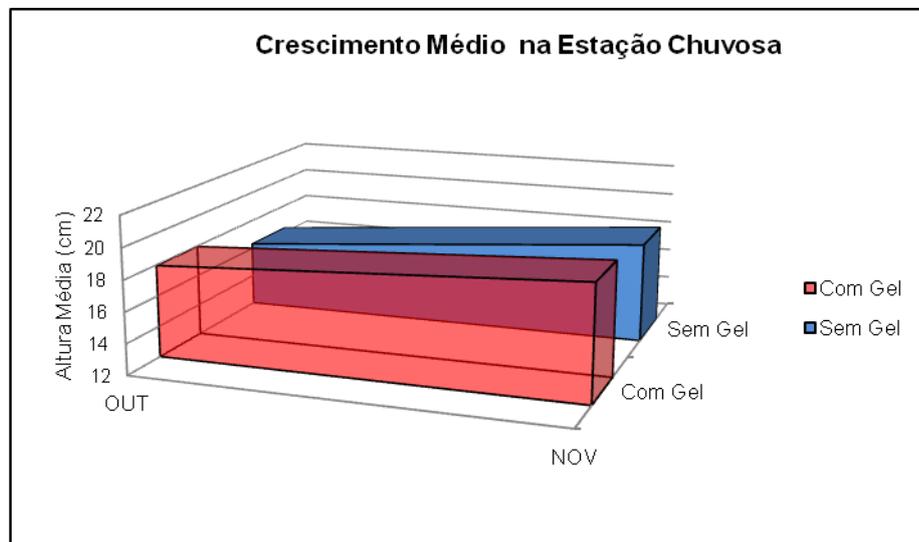


Figura 10 - Crescimento médio das mudas em relação aos tratamentos T3 e T4.

Na Figura 10, observa-se os tratamentos T3 e T4, sendo que o primeiro apresentou crescimento de 7%, e o segundo, 12%. T3 apresentou altura média inicial de 17,9 cm, aumentando para 19,3 cm em novembro, resultando crescimento médio de 1,3 cm. T4 apresentou altura média inicial de 16,3 cm em outubro, enquanto em novembro aumentou para 18,4 cm, resultando em crescimento médio de 2,1 cm.

6.4. Levantamento de Custos

Os custos levantados estão relacionados aos plantios, tanto com a utilização do hidrogel (Tabela 9), quanto sem o hidrogel (Tabela 10). O número total de plantas mortas após o plantio com o polímero hidrorretentor foi 93 (47 na estação seca e 46 na estação chuvosa). O total de mudas mortas sem o uso do polímero hidrorretentor foi de 116 (75 na estação seca e 41 na estação chuvosa).

O custo de cada muda plantada com o hidrogel foi de R\$ 6,58, aproximadamente, sendo que o custo de cada muda sem o uso do hidrogel foi de aproximadamente, R\$ 6,48, incluindo os custos com mão de obra, adubação, iscas formicidas, diferindo em R\$ 0,10/muda.

Na estação seca, o custo inicial do plantio com hidrogel (Tabela 9) foi de R\$ 2.365,00, enquanto o custo inicial sem hidrogel (Tabela 10) foi de R\$ 2.332,00 (180 mudas para cada tratamento), ou seja, R\$ 33,00 a mais para o tratamento com hidrogel. No tratamento T2, morreram 28 mudas a mais do que no tratamento T1. Isso significou um custo adicional no replantio de R\$ 181,44. Assim, o custo total do tratamento T2, incluindo o replantio, foi R\$ 148,44 maior que T1, demonstrando que foi mais rentável utilizar o hidrogel na seca, do que não usá-lo.

Tab. 9 – Orçamento detalhado dos custos do plantio e replantio com a utilização do hidrogel.

Orçamento Geral para Plantio com Hidrogel					
	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Observações
Polímero Hidroretentor					
Hidrogel Forth Gel®	5g/litro; 1 l/cova	1,8 kg	R\$ 9,30/250g	R\$ 66,98	Fez-se necessário 5g/litro e 1 l/cova. Com isso, foi necessário 1,8 kg de polímero em 360 covas.
Valor final - hidrogel				R\$ 66,98	
Plantio					
Mudas:		720 mudas	R\$ 4,00	R\$ 2.880,00	
Fertilizante orgânico Vitória - Classe A	200 g/cova	144,0 kg	R\$ 0,70/kg	R\$ 100,80	
Fertilizante Forth Flex CT - Cálcio e Boro	50 g/cova	36,0 Kg	R\$ 11,50/kg	R\$ 414,00	
Adubo químico Heringer	50 g/cova	36,0 kg	R\$ 1,59/kg	R\$ 57,24	
Valor final - plantio				R\$ 3.038,04	
Gastos Extras					
Mão-de-obra	R\$ 40,00/dia; 6dias	5 homens	R\$ 240,00/ homem	R\$ 1.200,00	
Iscas formicidas		2 kg	R\$ 6,00	R\$ 12,00	
Valor final - Gastos extras				R\$ 1.212,00	
Valor do Plantio com Hidrogel				R\$ 4.731,02	
Replantio T1		47 mudas	R\$ 6,58	R\$ 309,26	
Replantio T3		46 mudas	R\$ 6,58	R\$ 302,68	
Valor Replantio Total (T1 e T3)		93 mudas	R\$ 6,58	R\$ 611,94	
Valor Total (Incluindo replantios)				R\$ 5.342,96	

Tabela 10 – Orçamento detalhado dos custos do plantio e replantio sem utilização do polímero hidroretentor.

Orçamento Geral para Plantio sem Hidrogel					
	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total	Observações
Plantio					
Mudas:		720 mudas	R\$ 4,00	R\$ 2.880,00	
Fertilizante orgânico Vitória - Classe A	200 g/cova	144,0 kg	R\$ 0,70/kg	R\$ 100,80	
Fertilizante Forth Flex CT - Cálcio e Boro	50 g/cova	36,0 Kg	R\$ 11,50/kg	R\$ 414,00	
Adubo químico Heringer	50 g/cova	36,0 kg	R\$ 1,59/kg	R\$ 57,24	
Valor total				R\$ 3.452,04	
Gastos Extras					
Mão-de-obra	R\$ 40,00/dia; 6dias	5 homens	R\$ 240,00/ homem	R\$ 1.200,00	
Iscas formicidas		2 kg	R\$ 6,00	R\$ 12,00	
Outros Gastos - valor total				R\$ 1.212,00	
Valor do Plantio sem Hidrogel				R\$ 4.664,04	
Replantio T2		75 mudas	R\$ 6,48	R\$ 486,00	
Replantio T4		41 mudas	R\$ 6,48	R\$ 265,68	
Replantio		116 mudas	R\$ 6,48	R\$ 751,58	
Valor Total (Incluindo replantios)				R\$ 5.415,62	

7. Discussão

Na estação seca, houve diferença significativa na mortalidade, entre os tratamentos com e sem hidrogel. O primeiro tratamento obteve uma taxa de sobrevivência de 73,89%, e o segundo, 58,33%. É possível que o hidrogel leve a uma maior capacidade de superar o estresse pós-plantio e sobressair-se, junto às plantas espontâneas, na competição por luz, água e nutrientes no início do período chuvoso, e assim, diminuir a mortalidade.

O uso do polímero reduziu a mortalidade na seca, mas houve pouca diferença no crescimento, sugerindo que o polímero não afeta o crescimento das plantas. O uso do polímero hidroabsorvente na estação chuvosa não afetou a mortalidade, quando comparado ao plantio sem o polímero na mesma estação. Com isso, foram confirmadas as duas hipóteses levantadas neste estudo.

O crescimento das mudas plantadas com hidrogel na estação seca foi de 20%, enquanto o plantio sem hidrogel na mesma estação apresentou crescimento de 21%. O plantio na estação chuvosa com o hidrogel resultou em um crescimento de 7%, enquanto o plantio sem hidrogel apresentou incremento de 12%, os resultados indicam uma leve tendência que o uso do hidrogel em mudas nativas do Cerrado na estação chuvosa pode afetar negativamente o crescimento inicial. Porém, mais estudos devem ser feitos para confirmar essa hipótese.

No trabalho de Souza et al. (2010), a diferença no crescimento entre tratamentos com e sem hidrogel, realizados na estação chuvosa, não foi significativa, assim como na sobrevivência (96% das plantas que não receberam o hidrogel, contra 98% de sobrevivência das plantas que receberam o polímero hidroretentor).

No presente estudo, o plantio sem hidrogel na estação seca levou a uma mortalidade de 41%, enquanto a mortalidade com o hidrogel foi de 26%. Venturoli e Venturoli (2011), obtiveram mortalidade ainda menor (11%) em experimento utilizando o polímero hidroabsorvente na estação seca.

O uso de polímeros hidroabsorventes pode apresentar custos elevados ao empresário ou produtor rural, segundo Venturoli e Venturoli (2011). O presente

estudo mostrou que o custo adicional do hidrogel foi compensado pela economia com o replantio de mudas mortas devido ao estresse hídrico. Porém, se o plantio for realizado na estação chuvosa, o uso do hidrogel torna-se dispensável. O custo adicional do uso do hidrogel foi de apenas R\$ 0,10 por muda, sendo acessível inclusive ao produtor rural de baixa renda.

8. Conclusão

O plantio realizado na estação seca com o hidrogel diminuiu significativamente a mortalidade de mudas ($p < 0,05$). O custo e o benefício da aplicação do hidrogel, visto o resultado positivo alcançado, aparece favoravelmente, tanto no aspecto econômico quanto no ambiental, uma vez que representa um baixo custo adicional e, segundo os resultados obtidos, garante maior sobrevivência das mudas na estação seca. Logo, o custo se torna menor que o preço da substituição das mudas. Com os resultados obtidos, o plantio no final da estação seca com o uso do polímero hidroretentor pode ser uma opção viável em resposta ao estresse hídrico causado nesse período, conforme demonstrado nesse estudo.

9. Referências Bibliográficas

- AGUIAR, L. M.; AQUINO, F. G.; Importância dos morcegos na dispersão de plantas do bioma Cerrado. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 6., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 522-523, 2003.
- ALVES, M. E. B. **Disponibilidade e demanda hídrica na produtividade da cultura do eucalipto**. UFV. Viçosa-MG, 2009. 136p. Tese de Doutorado.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV, 1999. 139p.
- AQUINO, F. G.; OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F.; PASSOS, F. B. **Módulos para recuperação de Cerrado com espécies nativas de uso múltiplo**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 50p.
- AYRES, M; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. L. **BIOESTAT 5.0: Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e da Saúde**. Instituto de Desenvolvimento Sustentável. Mamirauá, PA: IDSM/ MCT/ CNPq. 2007
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, L.; FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**. Maringá , v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.
- BERNARDI, M. R.; JÚNIOR, M. S.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. **Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação**. Cerne, Lavras, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.
- BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Presidência da República**. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 10 de abril de 1989.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III E VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e dá outras providências. **Presidência da República**. Brasília, 18 de julho de 2000.
- BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; PINTO, A. S.; RESENDE, J. C. F.; TAKAHASHI, F. S. C.; VIEIRA, L. C. G. Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. **Brazilian Journal Biology**, v. 72, n. 3, p. 665-671, 2012.
- CALHEIROS, R. O.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; PIRES, R. C. M. Uso de superabsorvente hídrico em café, em diferentes doses e manejos de irrigação. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...** Brasília – DF: Embrapa Café, 2001. p. 692-699.
- CARVALHO, A. M. Plantio direto e plantas de cobertura em agroecossistemas do Cerrado. In: PARRON, L. M., et al., (eds.). **Cerrado: desafios e oportunidades**

para o desenvolvimento sustentável. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008, 464p.

CORRÊA, R. S. Degradação e Recuperação de Áreas no Distrito Federal. In: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. (Orgs.). **Ecologia e Recuperação de Áreas Degradadas no Cerrado.** Brasília, DF, Paralelo 15, 1998. 178p.

CORRÊA, R. S.; CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. (Orgs.). **Ecologia e Recuperação de Áreas Degradadas no Cerrado.** Brasília, DF, Paralelo 15, 1998. 178p.

CORRÊA, R. S.; LEITE, L. L. Desmatamento e mineração em Unidade de Conservação. In: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. (Orgs.). **Ecologia e Recuperação de Áreas Degradadas no Cerrado.** Brasília, DF, Paralelo 15, 1998. 178p.

DRANSKI, J. A. L.; PINTO JÚNIOR, A. S.; CAMPAGNOLO, M. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; GUIMARÃES, V. F. Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-mansão em função da época de plantio e do uso de hidrogel. **Ciência Florestal.** Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 489-498, 2013.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado. p. 09-65. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas.** Brasília: UNB, SEMATEC, 2. Ed. 1994. 681p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006, 306p.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. p. 1-26. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANRADA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. 340p.

FELFILI, J. M. Recuperação de áreas degradadas no Cerrado, com espécies nativas do Bioma: Quebrando Paradigmas. **Revista Opiniões,** São Paulo, v. 7, 2007.

FLORA BRASILIENSIS. **Centro de Referência em Informação Ambiental – CRIA.** Disponível em: <<http://florabrasiliensis.cria.org.br/index>>. Acesso em: Abril, 2014.

GARCIA, A. L. A.; PADILHA, L.; DIAS, A. S. Uso de polímero hidroretentor no plantio de cafeeiros em condições controladas. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisa Cafeeiras.** Guarapari. Anais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2010.

GOODLAND, R. J.; FERRI, M. G. **Ecologia do cerrado.** Belo Horizonte: EDUSP, 1979. 193 p.

HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: PINTO, M. N. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas.** Brasília: UnB / SEMATEC, 1990. cap.10. p.309-330.

IBAMA. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idConteudo=7422&idMenu=7508>>. Acesso em: abril, 2014.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Revegetação de Áreas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Editora da USP/ FAPESP, 2000. 320p.

KLINK, C. A; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**. Brasília, v. 19, n. 3. p. 707–713, 2005.

LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; CARVALHO, G. R. Efeito da época de semeadura e de colheita na produção e qualidade fisiológica de sementes de diferentes variedades de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 12., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: Informativo ABRATES, 2001. v.11, n.2, p. 95.

LIMA, M. A. **Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no município Rio Claro, SP**. UNESP, Rio Claro, SP. 264p. Tese (Doutorado de Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

LOPES, A. S. **A survey of the fertility status of soils under “Cerrado” vegetation in Brazil**. Raleigh: North Carolina State University, 1975. 138p. Dissertação de Mestrado.

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

MALAQUIAS, J. V.; SILVA, F. A. M.; EVANGELISTA, B. A. **Precipitação pluviométrica em Planaltina, DF**: análise de dados da estação principal da Embrapa Cerrados, 1974 a 2004. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, 2010.

MOREIRA, A. M. **Metodologia para definir padrões pluviométricos: caso cerrado brasileiro**. Brasília: Universidade de Brasília, 1985. 120p. Dissertação de Mestrado.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; VILLAR, L.; HAFLE, O. M. Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. **Revista Agrarian**. Dourados, v.3, n.8, p.133-139, 2011.

OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. DEAg/UFCG. v.8, n.1, p.160-163, 2004.

PARRON, L. M.; COSER, T. R.; AQUINO, F. G. Restauração ecológica da vegetação no Bioma Cerrado. p. 345-378 In: PARRON, L. M.; AGUIAR, L. M. S.; DUBOC, E.; OLIVEIRA-FILHO, E. C.; CAMARGO, A. J. A.; AQUINO, F. G. (Ed.).

Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. 464p.

PINTO, J. R.; CORREIA, C. R.; FAGG, C. W.; FELFILI, J. M. Sobrevivência de espécies vegetais nativas do cerrado, implantadas segundo o modelo MDR cerrado para recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, VIII. Caxambu, 2007. **Anais...** Caxambu, MG, 2007.

PORTAL BRASIL. **Cerrado: Clima e Relevo.** Disponível em: <http://www.portalbrasil.net/cerrado_climaerelevo.htm>. Acesso em: Abril, 2014.

REATTO, A.; MARTINS, E. S. Classes de solos em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. p.47–59. In: SCARIOT, A.; SOUZA–SILVA, J.C.; FELFINI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.** 1.ed. Brasília–DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005, 440p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: Embrapa CPAC, 1998. 556p.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Matas de Galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 899p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de Florestas Nativas: Princípios Gerais e Subsídios para uma Definição Metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, SP., v. 2, n. 1, p. 4-15, 2001.

SILVA, F. A. M.; MÜLLER, A. G.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Zoneamento Climático. In: PARRON, L. M., et al., (Ed.). **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 464p. 2008.

SILVA, S. R. S.; DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A.; PINHEIRO, A. L. Efeito do estresse hídrico sobre as características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum.** Maringá, v. 24, n. 5, p. 1363-1364, 2002.

SOUZA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; SOUSA, J. R. L.; MEWS, C. L.; SOUZA, A. M. Incorporação de polímero hidroretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. **Enciclopédia Biosfera.** Centro Científico Conhecer. Goiânia, v.9, n. 16. p.1270-1278. 2013.

SOUZA, D. M.; RESENDE, I. M. H.; CAMPOS, A. S.; CALIL, F. N.; BARREIRA, S.; BORGES, J. D.; TELES, H. F.; VENTUROLI, F. Influência de polímero hidroabsorvente na sobrevivência de mudas nativas do Cerrado em plantios de recuperação de área degradada. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG. Goiânia, GO, 2010. **Anais...** Goiânia: UFG, 2010.

TAYLOR, K. C.; HALFACRE, R. G. The effect of hydrophylic polymer on media water retention and nutrient availability to *Ligustrum lucidum*. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 5, p. 1159-1161, 1986.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p.573-581, 1998.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z. S. **A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas**: proposta metodológica. Floresta (UFPR. Impresso). UFPR, v. 27, n. 1, p. 101-114, 2000.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**. Goiânia-GO, v. 5, n. 1, p. 183-195, 2011.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S.; BORGES, J. D.; CASTRO, D. S.; SOUSA, D. M.; MONTEIRO, M. M.; CALIL, F. N. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 143–151. 2013.