



**Análise da eficiência de indicadores da restauração ecológica em
mata ripária no Cerrado, Planaltina – DF.**

SIMONE RODRIGUES DE SOUSA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE INDICADORES DA
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM MATA RIPÁRIA NO
CERRADO, PLANALTINA – DF.**

SIMONE RODRIGUES DE SOUSA

ORIENTADOR: Dra. LIDIAMAR BARBOSA ALBUQUERQUE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM – 253/2015
BRASÍLIA/DF: 24 de Agosto de 2015**

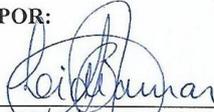
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

“ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE INDICADORES DA RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA EM MATA RIPÁRIA NO CERRADO, PLANALTINA-DF”

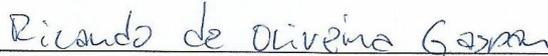
SIMONE RODRIGUES DE SOUSA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

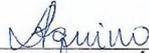
APROVADA POR:



Profª Dra LIDIANA BARBOSA DE ALBUQUERQUE (Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA/MAPA);
(Orientadora)



Profª Dr. RICARDO DE OLIVEIRA GASPAR (Departamento de Engenharia
Florestal-EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Profª Dra. FABIANA GÓIS DE AQUINO (Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária-EMBRAPA/MAPA);
(Examinador Externo)

Profª Dra. MARIA CRISTINA DE OLIVEIRA (Faculdade de Planaltina-
FUP/UnB).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 24 de agosto de 2015.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ra Rodrigues de Sousa, Simone
Análise da Eficiência de Indicadores da
Restauração Ecológica em Mata Ripária no Cerrado,
Planaltina - DF / Simone Rodrigues de Sousa;
orientador Lidiamar Barbosa de Albuquerque. --
Brasília, 2015.
124 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências
Florestais) -- Universidade de Brasília, 2015.

1. Indicadores. 2. Restauração Ecológica. 3. Mata
Ripária. I. Barbosa de Albuquerque, Lidiamar,
orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUSA, S.R (2015). **Análise da eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária no Cerrado, Planaltina – DF**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM – 253/2015. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília – DF,

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Simone Rodrigues de Sousa

TÍTULO: Análise da eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária no Cerrado, Planaltina – DF

GRAU: MESTRE

ANO: 2015

É concedida à Universidade de Brasília (UnB) permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

AGRADECIMENTOS

Se você está lendo este agradecimento foi porque eu consegui chegar até aqui. E não foram fáceis, tantas coisas aconteceram até a conclusão do Mestrado, foi um longo caminho percorrido, que eu pensava meu Deus não vou conseguir, mas Deus me deu força e aqui estou.

Quero agradecer a todos que confiaram em mim.

A minha família e aos meus verdadeiros amigos, sempre.

“Uma história é capaz de iluminar nossa relação com os outros, de fortalecer nossa compaixão, de transformar o olhar com que contemplamos os nossos semelhantes, confirmando a crença de que estamos todos juntos na tarefa de viver.” (Ruth Stotter).

Aos meus pais, por me terem dado educação, valores e por me terem ensinado a andar. A minha mãe pelo amor incondicional, ao meu pai que sempre me amou e nunca deixou de dar o carinho. A vocês que muitas vezes renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu, partilho esta alegria.

Aos meus irmãos Suely e Marcelo que Deus colocou em minha vida e escolhi para conviver, meu coração está sempre com vocês. Aos meus sobrinhos Marina, Gabriel, Luísa e Daniel, amor incondicional. Aos meus cunhados Aldair e Adriana. As primas Fabiana e Kelly minhas irmãs e amigas. Amo vocês.

Agradeço ao Proprietário Sr. Francisco Cupertino, por ter disponibilizado a área.

Agradeço a Embrapa Cerrados, pela estrutura, pelo apoio do corpo funcional, pela ajuda dos funcionários Nelsinho, Chico, Paixão, Valdeci, Natália, Geovane, João e tantos outros funcionários que ajudou a desenvolver trabalho de campo, aprendi coisas que levo para o resto da vida. Agradeço ao Juaci Malaquias pelas análises estatísticas, sem ele o que seria de mim?

Agradeço a equipe do projeto AquaRipária pelo apoio durante esses anos, principalmente a Barbara Pachêco e Aline Sousa, que foram minhas companheiras de viagem, experimentos. Amo vocês.

Não podia deixar de agradecer a pessoa que me deu a chance de trabalhar com a pesquisa, Fabiana de Gois Aquino, que admiro e serei sempre grata.

Agradeço a Araci Molnar Alonso pela simpatia e pelos seus ensinamentos.

Agradeço a minha orientadora Lidiamar Barbosa de Albuquerque, que confiou em mim esses anos todos de trabalho.

Agradeço ao Departamento de Engenharia Florestal – UnB, aos professores pelos ensinamentos.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Dedico

A minha mãe, por ter força para criar e educar três filhos, buscando sempre o melhor para nós.

Ao meu pai, pelo exemplo de pessoa, pelo caráter.

Aos meus irmãos, pela oportunidade de compartilhar experiências ao longo de nossas vidas, pelo amor mútuo. Obrigada!!!

Aos meus familiares que sempre me deram força e compreenderam a ausência.

RESUMO GERAL

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE INDICADORES DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM MATA RIPÁRIA NO CERRADO, PLANALTINA – DF.

Autora: Simone Rodrigues de Sousa

Orientadora: Lidiamar Barbosa de Albuquerque

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, 24 de agosto de 2015

A restauração ecológica é a restituição de um ecossistema degradado tornando-o mais próximo da sua condição original. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de indicadores de restauração ecológica em um trecho de mata ripária no rio Jardim, no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina, DF. Os indicadores avaliados foram: i) sobrevivência das 17 espécies estudadas, ii) desenvolvimento das mudas por um período de 2 anos e iii) quantificação dos regenerantes. A coleta de dados foi realizada no período de jan/2012 a jan/2014 (2 anos), a partir da instalação do experimento de restauração ecológica, com plantios de espécies arbóreas e arbustivas nativas realizado em novembro/2011. A área total do experimento é de 180 x 80 m, onde foram instalados três tratamentos com três repetições cada, sendo: T1 = Nucleação (3 x 3 m); T2 = Linha de recobrimento e Linha de diversidade; T3 = Controle. A sobrevivência foi avaliada a partir da porcentagem de mudas sobreviventes. O desenvolvimento avaliou o crescimento em altura das mudas que permaneceram até o final de jan/14. A densidade de regenerantes foi avaliada para a diagonal da parcela e para a parcela como um todo. A cobertura dos regenerantes foi estimada pelo modelo de Braun-Blanquet, assim como dos indivíduos remanescentes, invasoras, lianas e ausência de cobertura vegetal. A eficiência dos indicadores de restauração foi avaliada por meio da análise dos aspectos: sensibilidade, resultabilidade, custo, compreensão e interpretação, previsibilidade ou tendência, escala e síntese. A taxa média de sobrevivência geral foi de 51% para as 17 espécies. Quatorze espécies tiveram taxa de sobrevivência > que 78% de sobrevivência. A sobrevivência foi semelhante para os tratamentos T1 e T2. A sobrevivência demonstrou ser um bom indicador quanto aos aspectos sensibilidade, resultabilidade, compreensão e baixo custo. Além disso, possui capacidade de síntese porque avalia os atributos do ecossistema. Apenas 131 mudas de 15 espécies puderam ser utilizadas para análise do crescimento em altura. Das espécies

estudadas, apenas uma apresentou incremento acima de 90,00 cm/ano: *Tapirira guianensis* Aubl (Pau-pombo). A partir da análise do desenvolvimento e da sobrevivência como indicadores, propõe-se a utilização dos dois parâmetros conjuntamente para se obter o desempenho das espécies. As espécies que apresentaram altos valores no incremento em altura e sobrevivência foram: *Tibouchina stenocarpa* (DC) Cogn (Quaresmeira), *Tapirira guianensis* Aubl (Pau-pombo), *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud (Moreira), *Inga laurina* (Sw.) Willd (Ingá) e *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Pororoca), que são recomendáveis para a restauração. A densidade média de regenerantes na diagonal não representou a parcela como um todo. Ao longo do tempo, observou-se aumento da densidade de indivíduos (ind/m²) e um aumento paulatino da representatividade da diagonal em relação à parcela. Portanto, os resultados do presente trabalho mostraram que a diagonal da parcela não é recomendada para a avaliação dos regenerantes nos dois primeiros anos de implantação do plantio de restauração. A densidade de indivíduos (ind/ha) nas parcelas foi significativamente diferente ($p < 0,01$) entre os tratamentos. Ao se analisar a cobertura dos regenerantes, verificou-se que apenas o incremento da cobertura do tratamento T1 foi significativamente em relação aos demais tratamentos. Para o incremento no segundo ano houve diferença significativa apenas no tratamento T2. A análise bianual (2012 a 2014) mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos. O acompanhamento dos regenerantes revelou aumento gradual na cobertura de regenerantes em toda a área. A avaliação dos regenerantes como indicador mostrou que foi altamente recomendável, pois alia diversos aspectos importantes tanto no nível local como da paisagem circundante. Os indicadores de restauração são essenciais para avaliar o retorno dos processos ecológicos e redefinir o manejo na área. Os indicadores avaliados na fase pós-implantação podem ser utilizados com eficiência, sobretudo os regenerantes que refletem processos mais complexos do ecossistema.

Palavras chave: Cerrado; matas de galeria e ciliares; técnicas de restauração; recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT

ANALYSIS OF EFFICIENCY INDICATORS OF ECOLOGICAL RESTORATION IN RIPARIAN FOREST IN THE CERRADO, PLANALTINA - DF.

Author: Simone Rodrigues de Sousa
Advisor: Lidiamar Barbosa de Albuquerque
Post - graduate degree in Forest Science
Brasilia, 24 August 2015

Ecological restoration is the recovery of a degraded ecosystem making it closer to its original condition. The goal of this study was to evaluate the effectiveness of ecological restoration indicators in a riparian stretch of the river Jardim, in the Tabatinga Rural Center, Planaltina, DF. The indicators assessed were: i) survival of 17 species studied, ii) development of seedlings that have reached the end of Jan/14 and iii) quantification of regenerating. Data collection was conducted from January/2012 to January/2014, from the installation of ecological restoration experiment with plantations of native species held in November/2011. The total area of the experiment is 180 x 80 m where three treatments with three repetitions each were installed, as follows: T1 = Nucleation (3 x 3 m); T2 = coating line and diversity of line; T3 = control. Survival was evaluated from the percentage of surviving seedlings. The development assessed the height growth of the seedlings that remained until the end of Jan / 14. The regenerating density was evaluated for the diagonal portion and the parcel as a whole. Coverage of regenerating was estimated by Braun-Blanquet method, as well as the remaining individuals, weeds, vines and lack of vegetation. The efficiency of restoration indicators was evaluated through the analysis of aspects: sensitivity, outcome, cost, understanding and interpretation, predictability or trend, scale and synthesis. The overall survival rate was 81% for the 17 species. Fourteen species remained above 78% survival. Survival was similar to the T1 and T2 treatments. Survival proved to be a good indicator as to the sensitivity aspects, outcome, understanding and low cost. Furthermore, it has capacity for synthesis because evaluates the attributes of the ecosystem. Only 131 seedlings of 15 species could have been used to the growth in height analysis, which had an average. Of the species studied, four showed an increase above 90.00 cm / year: *Tapirira guianensis* Aubl (Pau-pombo),. From the analysis of development and survival as indicators, it is proposed the use of two parameters together to obtain the performance of the species. The species showing high values in the increase in

height and survival were: *Tibouchina stenocarpa* (DC) Cogn (Glory bushes), *Tapirira guianensis* Aubl (Pau-pombo), *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud (Fustictree), *Inga laurina* (Sw.) Willd (Guama) e *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Guianese colicwood), which are recommended for the restoration. The average density of regenerating diagonally did not represent the parcel as a whole. Over time, there was an increase in the density of individuals (ind/m²) and a gradual increase in representation of the diagonal in relation to the plot. Therefore, the results of this study showed that the diagonal portion is not recommended for the evaluation of regenerating in the first two years of implementation of the restoration planting. The density of individuals (ind / ha) in the plots was significantly different ($p < 0.01$) between treatments. When analyzing the coverage of regenerating, it was found that only the increased coverage of the T1 treatment was significantly compared to the other treatments. To increase in the second year there was a significant difference only in the treatment T2. The bi-annual analysis (2012-2014) showed no significant difference between treatments. The monitoring of regenerating revealed gradual increase in regenerating coverage throughout the area. The evaluation of regenerating as an indicator showed that it was highly recommended; since it combines several important respects both the local and the surrounding countryside. Restore indicators are essential for assessing the return of ecological processes and reset management in the area. The indicators evaluated in the post-implementation phase can be used efficiently; especially regenerating that reflects more complex processes of the ecosystem.

Keywords: Cerrado; gallery and riparian forests; restoration techniques; reclamation of degraded areas.

LISTA DE TABELAS

	Pg
Tabela 3.1. Caracterização das espécies nativas do Cerrado: habitat, categoria sucessional (ST: Secundária tardia; CL: Clímax; P: Pioneira; SI: Secundária inicial; NP: Não pioneira) e indicativo do tratamento onde foram, plantadas (T1 = Nucleação modelo de Anderson; T2 = Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade), utilizadas no experimento de restauração ecológica de matas ripárias, no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Precipitação e temperatura média de setembro de 2011 a janeiro de 2014, Planaltina - DF. Fonte: Estação Meteorológica Embrapa Cerrados.	24
Figura 3.2. Propriedade localizada às margens do Rio Jardim, no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina - Distrito Federal, Brasil. No detalhe. A) área experimental sob avaliação do processo de restauração. B) mata remanescente, C) Antigo experimento de restauração, D) Cerrado, E) Pomar e F) Vereda. Com a disposição das parcelas no experimento. Planaltina, Distrito Federal. (Fonte: Google Earth, imagem de: 10/12/2013. Acesso em: 10/02/2014).	26
Figura 3.3. Distribuição das mudas no modelo de nucleação: modelo de Anderson (as letras indicam a abreviatura do nome das espécies).	28
Figura 3.4. Distribuição das mudas no modelo de Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade (as letras nas linhas indicam a abreviatura do nome das espécies).	29

4.CAPÍTULO I

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1: Aspectos e descritores atribuídos aos indicadores ecológicos para determinar sua eficiência em avaliar o estado de uma área e monitorar tendências, adaptado de Segip (1995), Metzger (2002).	45
Quadro 4.2: Correlação de Pearson da taxa de sobrevivência das espécies com a temperatura e a precipitação no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.	53
Quadro 4.3 – Eficiência da sobrevivência como indicador de restauração ecológica através da escala de Likert (cinco níveis), adaptado por Segip (1995) e Metzger (2002), em experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.	88

LISTA DE TABELAS

- Tabela 4.1 – Classificação da eficiência ecológica do indicador. **46**
- Tabela 4.2 Sobrevivência das espécies arbóreas e arbustivas nativas no Tratamento 1 (Nucleação) utilizadas no plantio realizado de janeiro 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga-Planaltina – DF. Legenda: N.I = número inicial de mudas plantadas; % = porcentagem da sobrevivência; M = mês de monitoramento. **47**
- Tabela 4.3 Sobrevivência das espécies arbóreas e arbustivas nativas no Tratamento 2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade) utilizadas no plantio realizado de janeiro 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga- Planaltina – DF. Legenda: N.I = número inicial de mudas plantadas; % = porcentagem da sobrevivência; M = mês de monitoramento. **48**
- Tabela 4.4 Sobrevivência das espécies nativas arbóreas e arbustivas utilizadas no plantio realizado de janeiro 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga- Planaltina – DF. Legenda: N.I = número inicial de mudas plantadas; % = porcentagem da sobrevivência; M = mês de monitoramento. **50**
- Tabela 4.5. Comparação entre as médias de parâmetros bióticos dos grupos extraídos na análise de cluster no experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF. **56**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1. Dendograma do porcentual de sobrevivência das espécies *Buchenavia tomentosa* Eichler (Mirindiba = Mb); *Croton urucurana* Baill (Sangra-da-água = Sd); *Calophyllum brasiliensis*. Cambess. (Guanandi = Gd); *Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud. (Moreira = Mo); *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Pororoca = Pr); *Alibertia macrophylla* (Schum.) (Marmelada-de-cachorro = Mm); *Genipa americana* L. (Jenipapo = Jp); *Cofaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba = Cb); *Guazuma ulmifolia* Lam. (Mutamba = Mt); *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos (Ipê roxo = Irx); *Salacia elliptica* (Mart. ex Schult.) G. Don (Bacupari da mata = Bp), *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Guatambu = Gtb); *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ingá = Ig); *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (Quaresmeira = Tch); *Tapirira guianensis* Aubl. (Pau-pombo = Pb); *M.chamissois* Naudin (Miconia = Mch); *Tococa formicaria* Mart (Tococa = Tca), em relação aos parâmetros bióticos (herbivoria caulinar e foliar, ausência de folhas, broto e rebrota) pela análise de agrupamento no experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga – Planaltina – DF. **55**

5. CAPÍTULO II

LISTA DE QUADROS

- Quadro 5.1: Aspectos e descritores atribuídos aos indicadores ecológicos para determinar sua eficiência em avaliar o estado de uma área e monitorar tendências adaptado de Segip (1995), Metzger (2002). 74
- Quadro 5.2 – Avaliação da eficiência crescimento como indicador de restauração ecológica através da escala de Likert (cinco níveis: 1 (nenhum); 2 (pouco); 3 (regular); 4 (bom) e 5 (excelente), adaptado de SEGIP (1995) e METZGER (2002), em experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. 82

LISTA DE TABELAS

- Tabela 5.1 – Descrição das classes de desempenho das espécies, classificadas por quadrante a partir do gráfico de dispersão de sobrevivência e incremento médio em altura/espécie, no experimento de restauração ecológica no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. 72
- Tabela 5.2 – Classificação da eficiência ecológica do indicador. 75
- Tabela 5.3 Incremento médio anual (IMA) para o crescimento em altura (cm) no período de jan/12 a jan/14, Número de indivíduos (N) por espécie e tratamento T1 (Nucleação) e T2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade -LRLD) em experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF. 76
- Tabela 5.4. Comparação entre as médias de parâmetros dos grupos extraídos na análise de cluster no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. 79

LISTA DE FIGURAS

- Figura 5.1 Evolução do incremento médio (IM) no período dos monitoramentos de jan/12 a jan/14, T1 (Nucleação) e T2 (Linha de Diversidade e Linha de Recobrimento) em experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF. 77
- Figura 5.2. Dendrograma do percentual de crescimento médio em altura das mudas das espécies: *Buchenavia tomentosa* Eichler (Mirindiba = Mb); *Croton urucurana* Baill (Sangra-da-água = Sd); *Calophyllum brasiliensis*. Cambess. (Guanandi = Gd); *Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud. (Moreira = Mo); *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Pororoca = Pr); *Alibertia macrophylla* (Schum.) (Marmelada-de-cachorro = Mm); *Genipa americana* L. (Jenipapo = Jp); *Cofaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba = Cb); *Guazuma ulmifolia* Lam. (Mutamba = Mt); *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos (Ipê roxo = Irx); *Aspidosperma parvifolium* A, DC (Guatambu = Gtb); *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ingá = Ig); *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (Quaresmeira = Tch); *Tapirira guianensis* Aubl. (Pau-pombo = Pb); *M. chamissois* 78

Naudin (Miconia = Mch); *Tococa formicaria* Mart (Tococa = Tca). Em relação aos parâmetros bióticos (herbivoria caulinar e foliar e ausência de folhas) classificados pela análise de agrupamento, no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.

Figura 5.3: Diagrama de dispersão das espécies em função do incremento em altura e taxa de sobrevivência no período de 24 meses e a categorização do desempenho das espécies por quadrante, 1º quadrante, as espécies com alta taxa de sobrevivência e alto incremento em altura (*Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud. (Moreira = Mo), *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ingá = Ig), *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (Quaresmeira = Tch); *Tapirira guianensis* Aubl. (Pau-pombo = Pb), *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Pororoca = Pr)), 2º quadrante, as espécies com alta sobrevivência e baixo incremento em altura *Cofaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba = Cb), (*Genipa americana* L. (Jenipapo = Jp), *Alibertia macrophylla* (Schum.) (Marmelada-de-cachorro = Mm), *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos (Ipê roxo = Irx), *Buchenavia tomentosa* Eichler (Mirindiba = Mb), 3º quadrante, não possui nenhuma espécie e no 4º quadrante, com baixa sobrevivência e baixo incremento em altura (*Calophyllum brasiliensis*. Cambess. (Guanandi = Gd), *M.chamissois* Naudin (Miconia = Mch); *Tococa formicaria* Mart (Tococa = Tca), tabela (adaptado Sampaio e Pinto, 2007), no Núcleo Rural Tabatinga – Planaltina, DF.

84

6.CAPÍTULO III

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1: Aspectos, descritores e avaliação atribuídos aos indicadores ecológicos para determinar sua eficiência em avaliar o estado de uma área e monitorar tendências, adaptado de Segip (1995), Metzger (2002). 100

Quadro 6.2 – Avaliação da eficiência dos regenerantes como indicador de restauração ecológica através da escala de Likert (cinco níveis: 1 (nenhum); 2 (pouco); 3 (regular); 4 (bom) e 5 (excelente), adaptado de SEGIP (1995) e METZGER (2002), em experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. 114

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 – Áreas das parcelas e respectivas áreas amostrais das diagonais dos três tratamentos no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga – Planaltina - DF. 95

Tabela 6.2 – Classificação da eficiência ecológica do indicador. 101

Tabela 6.3– Densidade média de regenerantes nas parcelas e nas respectivas diagonais avaliadas em relação aos tratamentos, de janeiro de 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. 101

Tabela 6.4– Densidade média de regenerantes nas parcelas avaliadas em relação aos 105

tratamentos, de janeiro de 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Tabela 6.5 – Diferença de cobertura, média desvio padrão e incremento de regenerantes (%) nos diferentes tratamentos, nos ano 1 de (janeiro de 2012 a janeiro 2013), ano 2 (janeiro de 2013 a janeiro de 2014) e bianual (janeiro 2012 a janeiro 2014) no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF, 2014. **107**

Tabela 6.6 – Cobertura e incremento médio anual de graminóides, invasoras, remanescentes, solos expostos, lianas e regenerante nos três tratamentos (T1 = Nucleação 3x3, T2 = Linha de Recobrimento e Diversidade e T3 = Controle), no ano 1 janeiro de 2012 a janeiro 2013 e ano 2 janeiro 2013 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF, 2014. Onde CB: Cobertura anual e IM: incremento médio anual. **111**

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1 – Representação esquemática da parcela amostral, evidenciando a área da diagonal (Ad) traçada para avaliação dos regenerantes nos três tratamentos do experimento de restauração ecológica de mata ripária, Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF. **95**

Figura 6.2 Evolução da densidade de regenerantes da parcela e da diagonal nos tratamentos: A: T1 (Nucleação), B: T2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade) e C: T3 (Controle), de jan/ 2012 a jan/ 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. **103**

Figura 6.3 - Densidade média de regenerantes/hectare nas parcelas avaliadas em relação aos tratamentos, sendo c,b,a desvio padrão representando que foi significativo T1 e T2, de janeiro de 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. **103**

Figura 6.4 – Comparação da proporção do aumento da cobertura de regenerantes nos tratamentos (T1 =Nucleação 3x3, T2 = Linha de Recobrimento Linha de Diversidade e T3 = Controle), a partir da análise da diferença da cobertura final (jan/14) e inicial (jan/12), em experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF. **109**

SÍMBOLOS

(Mm =Marmelada-de-cachorro) - *Alibertia macrophylla* (Schum.)

(Gtb =Guatambu) *Aspidosperma parvifolium* A, DC

(Mb =Mirindiba) - *Buchenavia tomentosa* Eichler

(Gd =Guanandi) *Calophyllum brasiliensis*. Cambess.

(Cb =Copaíba) *Cofaifera langsdorffii* Desf.

(Jp =Jenipapo) *Genipa americana* L.

(Mt =Mutamba) *Guazuma ulmifolia* Lam.

(Irx =Ipê roxo) *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos

(Ig =Ingá) *Inga laurina* (Sw.) Willd.

(Pb =Pau-pombo) *Tapirira guianensis* Aubl.

(Mo =Moreira) *Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud.

(Mch =Miconia) *Miconia chamissois* Naudin

(Pr =Pororoca) *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze

(Tch =Quaresmeira) *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn.

(Tca =Tococa) *Tococa formicaria* Mart

Sumário

_____	1
LISTA DE TABELAS _____	11
LISTA DE FIGURAS _____	11
4. CAPÍTULO I _____	11
LISTA DE QUADROS _____	11
LISTA DE TABELAS _____	12
LISTA DE FIGURAS _____	12
5. CAPÍTULO II _____	13
LISTA DE QUADROS _____	13
LISTA DE TABELAS _____	13
LISTA DE FIGURAS _____	13
6. CAPÍTULO III _____	14
LISTA DE QUADROS _____	14
LISTA DE TABELAS _____	14
LISTA DE FIGURAS _____	15
1 – INTRODUÇÃO GERAL _____	19
2. OBJETIVOS _____	23
2.1 OBJETIVO GERAL _____	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS GERAL _____	23
3.1 EXPERIMENTOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA _____	23
3.1.1 Caracterização da área de estudo _____	24
3.1.2 Delineamento experimental _____	27
3.2 ESCOLHA DAS ESPÉCIES _____	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	32
4. CAPÍTULO I: SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS NATIVAS DO BIOMA CERRADO COMO INDICADOR PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE MATAS RIPÁRIA. _____	40
4.1 INTRODUÇÃO _____	40
4.2 MATERIAL e MÉTODO _____	42
4.2.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS _____	42
4.2.1.1 Indicadores de sobrevivência das espécies _____	42

4.2.1.2 Correlação Clima e sobrevivência das mudas _____	43
4.2.1.3 Incidência de fatores bióticos _____	43
4.2.1.4 Avaliação do indicador de restauração _____	44
4.3 RESULTADOS e DISCUSSÃO _____	46
4.4 CONCLUSÃO _____	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	61
5. CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE ALTURA INICIAL DE MUDAS NATIVAS DO CERRADO COMO INDICADOR PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E DO DESEMPENHO DAS ESPÉCIES _____	69
5.1 INTRODUÇÃO _____	69
5.2 MATERIAL e MÉTODO _____	71
5.2.1 Indicadores de crescimento inicial em altura _____	71
5.2.2 Análise de crescimento versus solo _____	72
5.2.3 Incidência de fatores bióticos _____	72
5.2.4 Avaliação do crescimento como indicador de restauração _____	73
5.3 RESULTADOS e DISCUSSÕES _____	75
5.4 CONCLUSÃO _____	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	87
6. CAPÍTULO III: REGENERANTES DE ESPÉCIES NATIVAS COMO INDICADOR DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE MATA RIPÁRIA NO CERRADO, DF. _____	93
6.1 - INTRODUÇÃO _____	93
6.2 – MATERIAL E MÉTODO _____	94
6.2.1 Indicador cobertura de regenerantes _____	94
6.2.1.1 Representatividade da densidade de regenerantes – suficiência amostral _____	95
6.2.1.2 Comparação da cobertura de regenerantes entre tratamentos _____	96
6.2.1.3 Análise de Kruskal Wallis _____	98
6.2.1.4 Avaliação do indicador de restauração _____	99
6.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	101
6.3.1 - REPRESENTATIVIDADE DA DENSIDADE DOS REGENERANTES _____	101
6.3.2 - COMPARAÇÃO DA COBERTURA DOS REGENERANTES ENTRE TRATAMENTOS _____	106
6.4 – CONCLUSÃO _____	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	117
CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	123

1 – INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado possui uma área de dois milhões de quilômetros quadrados, o que equivale a 22% do território nacional. É o segundo bioma brasileiro, ocupa uma área central do Brasil (SANO et al., 2008; SANO e FERREIRA, 2005; KLINK e MACHADO, 2005; SHIKI, 1997). Neste bioma é encontrado um terço da biodiversidade mundial, cerca de 5% da flora e fauna. Além disso, pela alta taxa de endemismo e risco de desmatamento, é considerado um dos hotspots mundiais (MYERS et al., 2000). Há uma grande diversidade de habitats e espécies, que em caso de destruição podem ser extintas (KLINK e MACHADO, 2005; MMA, 1999; HOGAN et al., 2002; SAWYER, 2002; MYERS et al., 2000).

Na região do Cerrado estão as nascentes de importantes bacias hidrográficas, como: o Araguaia-Tocantins, a da Prata e a do São Francisco (LIMA e SILVA, 2007). Neste contexto, é importante elaborar estratégias para a conservação e a restauração da vegetação ripária como forma de minimizar os danos aos recursos naturais (MMA, 1999; SHIKI, 1997; HOGAN et al., 2002; OLIVEIRA-FILHO e LIMA, 2002; SAWYER, 2002).

O sucesso da restauração das matas ciliares está baseado no restabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução gradual da floresta e esse restabelecimento depende da presença de elevada diversidade de espécies regionais, envolvendo não só as árvores, mas também as demais formas de vida vegetal, os diferentes grupos da fauna e suas interações com a flora. Essa diversidade pode ser implantada diretamente nas ações de restauração e/ou garantida ao longo do tempo, pela própria restauração da dinâmica florestal (ATTANASIO, 2008).

A restauração de matas ripárias tem sido recomendada como a melhor estratégia visando à proteção dos recursos hídricos e à recuperação da biodiversidade (GÊNOVA et al., 2007).

As matas ripárias apresentam grande heterogeneidade com elevado número de espécies. Dependendo de sua localização, as matas ripárias podem ser classificadas como Áreas de Preservação Permanente (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), o que, infelizmente não têm impedido sua degradação. Por isso, muitas áreas de matas ripárias necessitam ser restauradas. A restauração ecológica é um processo que visa iniciar ou

acelerar a recuperação de um ecossistema em relação à sua saúde, integridade e sustentabilidade (ATTANASIO, 2008).

A degradação das matas ripárias e as principais causas são o desmatamento vinculado às ações de agricultores, pecuaristas, mineradoras e madeireiras, assim como para a expansão das áreas urbanas, para a extração de areia nos rios, para a instalação dos empreendimentos turísticos mal planejados, com isso perdem a sua capacidade de restauração natural após distúrbios perdendo sua resiliência (ALBUQUERQUE et al., 2010). O que torna necessário a intervenção de técnicas de restauração ecológica para tentar reverter o processo de degradação (ALBUQUERQUE et al., 2010).

A restauração ecológica é a restituição de um ecossistema tornando-o mais próximo da sua condição original (SER, 2004). A restauração ecológica é uma atividade intencional que inicia ou catalisa a recuperação dos ecossistemas, direcionando os processos naturais. De maneira ampla, a restauração ecológica busca gerar estabilidade e integridade biológica aos ecossistemas naturais, visando recriar comunidades ecologicamente viáveis, fomentar a capacidade natural de mudança dos ecossistemas e resgatar uma relação saudável entre o homem e a natureza (ENGEL e PARROTA, 2003).

A partir das considerações acima e outros conceitos de ecologia básica, tais como, sucessão, heterogeneidade de ambientes, facilitação, interações interespecíficas (dispersão, polinização e predação), cicatrização, de acordo com BECHARA (2006) foi criada uma nova visão da restauração ecológica, procurando sempre imitar a natureza, com insumos mínimos, onde um conjunto de técnicas é implantado, não em área total e sim em núcleos, restituindo o mosaico do ambiente. As atividades de restauração, baseadas no processo ecológico da nucleação, foram denominadas por REIS et. al., (2003) de “técnicas nucleadoras de restauração”, as quais podem ser utilizadas para a recuperação das matas ripárias (REIS e TRES, 2008).

A nucleação representa uma oportunidade de incorporar os princípios-chave do fluxo da natureza à prática da restauração ecológica. Este modelo, baseado no paradigma contemporâneo, representa um espaço para o imprevisível, gerando fenômenos eventuais e aleatórios e permitindo maiores aberturas para a variedade de fluxos biológicos nos sistemas naturais (REIS et al., 2006). Ela atua sobre a diversidade no processo sucessional, envolvendo o solo, os produtores, os consumidores e os decompositores e introduzindo novos elementos na paisagem, principalmente se ocorrer à atração de aves dispersoras (REIS e TRES, 2008).

O modelo de nucleação consiste na aplicação de técnicas – transposição de solo e serapilheira, transposição de galharia (abrigos para fauna), transposição de chuva de sementes, poleiros artificiais, plantio de mudas em grupos adensados - formados pequenos núcleos que visam elaborar micro-habitats propícios para a abertura de uma série de eventos que favoreçam a regeneração natural, permitindo a interação entre os organismos, de modo sucessional (REIS et al., 2003).

A técnica de nucleação é entendida como a capacidade que uma espécie tem de melhorar significativamente o ambiente, facilitando a ocupação dessa área por outras espécies (YARRANTON e MORRISON, 1974). Assim, a partir de ilhas de vegetação ou núcleos, a vegetação secundária se expande ao longo do tempo e acelera o processo de sucessão natural na área degradada (MARTINS, 2007), trazendo elementos capazes de formar populações com novos nichos de regeneração, além de gerar conectividade na paisagem (GUEDES, 2011).

Outro modelo utilizado para restauração consiste em Linhas de Recobrimento, que tem como principal função o rápido recobrimento da área com a utilização de espécies nativas de crescimento rápido e com boa cobertura de copa. Estas alternadas com Linhas de Diversidade, de espécies nativas arbóreas e arbustivas, que não necessariamente apresentem rápido crescimento, mas que proporcionem uma aceleração dos processos ecológicos com a atração de animais (ATTANASIO et al., 2006).

O sistema ecológico é espacialmente heterogêneo no aspecto temporal, exige um enfoque dinâmico dos sistemas e de suas características que devem ser avaliadas para determinar o sucesso da restauração (PARKER, 1997).

Assim devem ser utilizadas ferramentas para avaliação da restauração ecológica denominadas indicadores (RODRIGUES et al., 2009). O uso desses indicadores deve possuir forte relação com os objetivos do projeto (MANOLIADIS, 2002), bem como transmitir ganhos ambientais em áreas em restauração (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998).

Os indicadores de restauração são ferramentas capazes de inferir condições de determinado critério utilizado no ambiente, relacionando os processos sucessionais naturais com as metas estabelecidas em projetos de restauração ecológica (RODRIGUES et al. 2009). Ou seja, os indicadores de restauração levam à percepção do sucesso ou não das metas estabelecidas no projeto, ou à viabilidade da metodologia aplicada.

Os indicadores ecológicos avaliam as condições ambientais que reflete em informações parciais ao status de extensos ecossistemas (VAN STRAALLEN, 1998; MANOLIADIS, 2002). O uso constante de bioindicadores em monitoramentos pode contribuir na detecção de mudanças ambientais em estágio inicial ou avaliar a eficiência na qualidade ambiental (VAN STRAALLEN, 1998).

Alguns critérios para orientar a seleção de indicadores para o ecossistema terrestre: ser de fácil mensuração; sensíveis aos impactos no sistema; atuar de forma que possa prevenir impactos maiores; prever mudanças com ações de manejo; estar integrado com as mudanças nas características dos parâmetros da paisagem; ter respostas quanto à ocorrência de impactos naturais ou antrópicos e ter resposta de baixa versatilidade (ANDREASEN et al. 2001; DALE e BEYELER, 2001).

A partir de parâmetros escolhidos como indicadores de restauração, com base em critérios que reflitam a viabilidade e o equilíbrio do ecossistema, em longo prazo, (MUMMEY et al., 2002) é provável a obtenção de dados que reflita a situação em diversos momentos do monitoramento da área em estudo. Entretanto, o uso de indicadores pode ser avaliado como uma ferramenta importante para a avaliação dos projetos de restauração.

O trabalho justifica-se pela importância da avaliação de indicadores ecológicos em diferentes técnicas de restauração, sendo que esses indicadores serão avaliados a partir da análise da taxa de sobrevivência, taxa de desenvolvimento das plantas e da quantificação dos regenerantes em área de mata ripária em restauração.

Para facilitar a compreensão, este trabalho é apresentado em três capítulos, cujos títulos são:

Capítulo 1 – Sobrevivência das mudas de espécies arbórea e arbustivas nativas do bioma Cerrado como indicador para a restauração ecológica de matas ripária.

Capítulo 2 – Avaliação do desenvolvimento de mudas de espécies nativas do Cerrado como indicador para a restauração ecológica e do desempenho das espécies arbóreas e arbustivas nativas.

Capítulo 3 - Regenerantes de espécies nativas como indicador da restauração ecológica de um trecho de mata ripária no Cerrado, DF.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência dos indicadores de restauração ecológica em um trecho de mata ripária no rio Jardim, no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar a taxa de sobrevivência de mudas de espécies arbóreas e arbustivas no experimento de restauração ecológica;
- ✓ Avaliar o crescimento em altura das mudas das espécies nativas no experimento de restauração ecológica;
- ✓ Avaliar a suficiência amostral para levantamentos da densidade de regenerantes;
- ✓ Estimar a cobertura dos regenerantes de espécies nativas nos diferentes tratamentos;
- ✓ Calcular a eficiência ecológica dos indicadores: sobrevivência e crescimento de mudas e regenerantes.

3.MATERIAIS E MÉTODOS GERAL

Nesta parte será descrita a metodologia geral do experimento de restauração ecológica e em cada capítulo terá seu material e método específico e detalhado.

3.1 EXPERIMENTOS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do projeto “AQUARIPARIA: restauração ecológica de ambientes ripários sob influência de atividades agrícolas e urbanas em mananciais de três bacias hidrográficas” (CNPq edital nº 26/2010, coordenado Dra. Lidiamar Barbosa de Albuquerque). O projeto têm como o objetivo de testar diferentes técnicas de restauração em matas ripárias, visando propor alternativas para o

produtor rural que sejam mais viáveis tanto ecologicamente como economicamente. Os experimentos foram instalados em outubro de 2011, sendo que o foco das técnicas testadas foi a utilização de espécies arbóreas e arbustivas nativas que proporcionem, principalmente, a atração da fauna para restabelecer os processos ecológicos.

3.1.1 Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvida em área de mata ripária às margens do rio Jardim, no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina, DF (15°44'54,9"S e 47°35'07,7"W). A bacia hidrográfica do rio Jardim pertence à microbacia do Rio Preto, situada a oeste do Distrito Federal. Segundo a classificação de Köppen, o clima do DF é tropical, com temperatura, para o mês mais frio, inferior a 18°C, com média superior a 22°C no mês mais quente (Figura 3.1). Abrangem, aproximadamente, as áreas com cotas altimétricas entre 1.000 e 1.200 metros (unidade geomorfológica - Pediplano de Brasília) sendo Tropical de Altitude (Cwa) (Codeplan, 2006), com período chuvoso, entre outubro e abril, e período seco, de maio a setembro, em que é muito baixa a umidade relativa do ar (WALTER 2006).

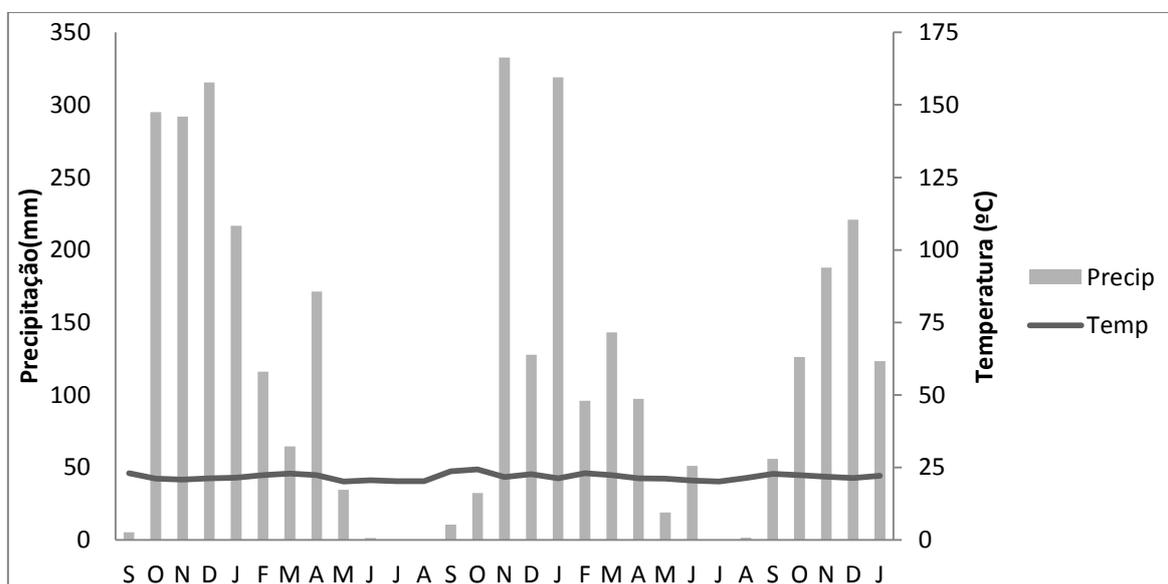


Figura 3.1. Precipitação e temperatura média de setembro de 2011 a janeiro de 2014, Planaltina - DF. Fonte: Estação Meteorológica Embrapa Cerrados.

O uso do solo na área seguiu o padrão da época. Na década de 40 a cultura era desmatar toda área para formação de pastagem e posteriormente para lavoura. Com o

passar dos anos, a área passou a perder sua utilidade produtiva e ecológica pelo uso intensivo da solo. O proprietário fez várias tentativas de recuperação com plantios de espécies nativas e o controle de braquiária *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster era feito com herbicida. Alguns remanescentes de espécies nativas do Cerrado continuavam presentes na área.

A área que está em processo de restauração (130 x 80 m ao longo da margem do rio Jardim) encontra-se circundada por vegetação arbórea remanescente. A mata ripária é caracterizada por espécies arbóreas formando um dossel, com poucos regenerantes, do lado esquerdo da área apresenta uma vereda com poucos indivíduos, descaracterizada pelo uso de drenos, quando a área foi utilizada para fins agrícolas, em frente à área em processo de restauração há uma área em restauração ecológica com plantio de mudas, e adjacente a área tem um pomar para fim comercial com frutas cítricas (Figura 3.2). Assim, veio à necessidade da restauração desta área, com o objetivo de promover o restabelecimento da mata ripária.

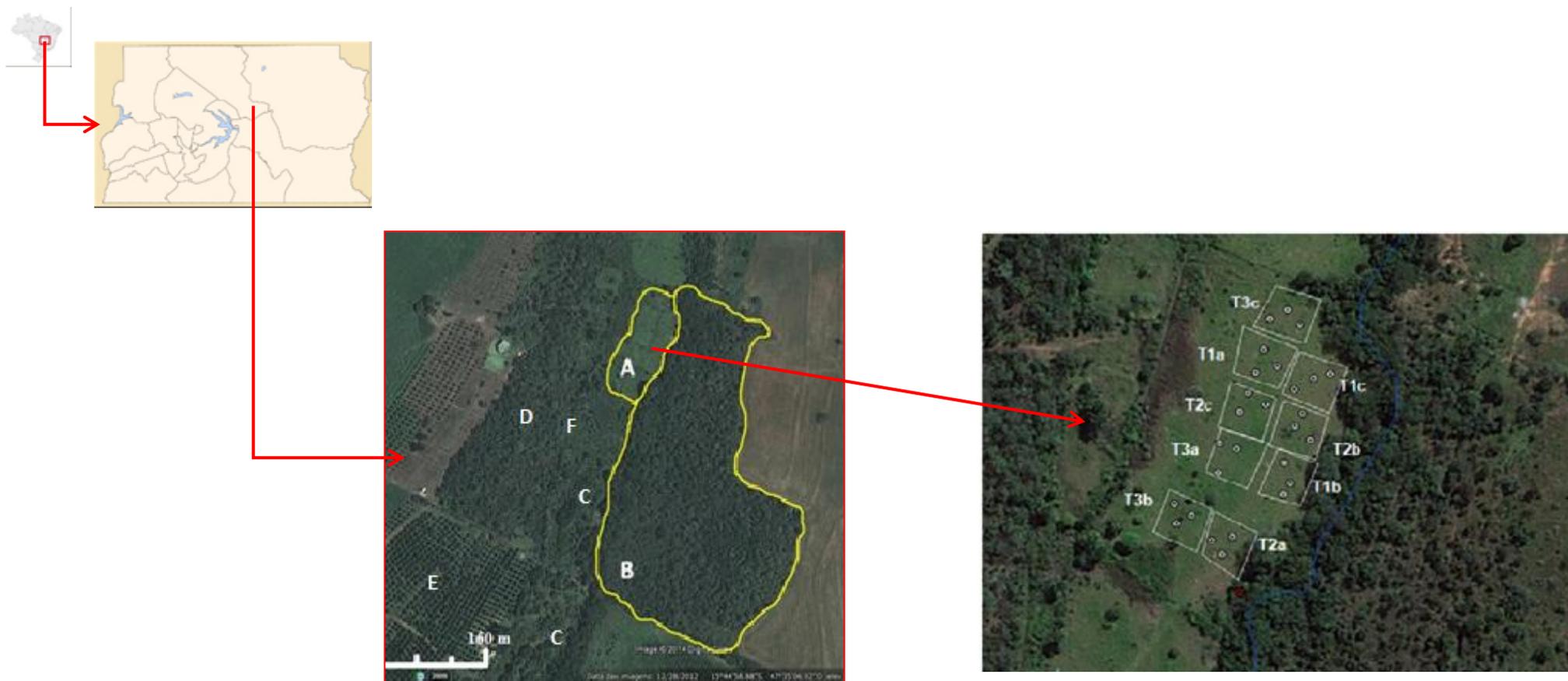


Figura 3.2. Propriedade localizada às margens do Rio Jardim, no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina - Distrito Federal, Brasil. No detalhe. A) área experimental sob avaliação do processo de restauração. B) mata remanescente, C) Antigo experimento de restauração, D) Cerrado, E) Pomar e F) Vereda. Com a disposição das parcelas no experimento. Planaltina, Distrito Federal. (Fonte: Google Earth, imagem de: 10/12/2013. Acesso em: 10/02/2014).

A área de estudo apresenta dois tipos de solos Plintossolo Háplico argilo e Plintossolo Háplico arenoso (Reatto, 2014). As análises químicas foram realizadas de acordo com as recomendações do Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (Silva, 2009). Foram caracterizados os seguintes elementos: pH em água, pH em CaCl₂, matéria orgânica, carbono, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, cálcio + magnésio, alumínio, acidez titulável (H+Al), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por alumínio (m), e saturação por bases (V). A análise textural foi realizada de acordo com Embrapa (1997).

3.1.2 Delineamento experimental

O projeto Aquaripária implantou diferentes técnicas de restauração na área experimental. As técnicas utilizadas foram: nucleação (modelo de Anderson - tratamento 1), plantio em linhas (modelo de linhas de recobrimento e linhas de diversidade - tratamento 2), e o controle (área em regeneração natural, sem manejo da braquiária – tratamento 3). Para o preparo da área para a implantação das técnicas utilizadas no projeto de restauração consistiu na demarcação da área experimental, constituída por 09 parcelas com os três tratamentos e três repetições. A demarcação das parcelas ocorreu em outubro de 2011. No interior das parcelas foram demarcadas as covas de acordo com a disposição padronizada em cada modelo (núcleos e linhas). As covas foram abertas com 30 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade, por meio manual com a ferramenta cavadeira.

O delineamento experimental consistiu em três tratamentos, com três repetições cada um, distribuídos aleatoriamente na área, com total de nove parcelas independentes com espaçamento de três metros entre cada.

Os tratamentos que foram monitorados semestralmente foram:

T1 = Nucleação: modelo de Anderson

Neste tratamento adaptou-se o modelo de Anderson (1953), implantado em campo em núcleos compostos por 5 mudas distribuídas em forma “+” com espaçamento entre mudas de 1 x 1m, sendo quatro mudas arbustivas nas bordas e uma arbórea no centro, com distância de cada núcleo do outro em 3 metros com uma parcela de 22x22m.



Figura 3.3. Distribuição das mudas no modelo de nucleação: modelo de Anderson (as letras indicam a abreviatura do nome das espécies).

T2 = Linha de recobrimento e Linha de diversidade

Plantio em linhas alternadas e obedecendo ao espaçamento de 3x3m entre as mudas, adaptado do modelo proposto por Rodrigues et al (2009). As parcelas de 21x21m, apresentam 7 linhas, sendo 4 linhas de recobrimento, iniciando-se nas bordas e alternando com 3 linhas de diversidade, com 7 mudas cada linha.

Após o plantio das mudas, em novembro de 2011 a janeiro de 2014, foi realizado o coroamento manual das mudas para diminuir a competição com a braquiária. O controle de formigas cortadeiras foi realizado em novembro de 2011 e nos segundos semestres de 2012 e 2013 pelo proprietário. O controle realizado no período seco de 2012 e 2013 com aplicação de formicidas: pó seco nos olheiros e iscas granuladas dentro da área experimental.

Mt	Ig	Mo	Mb	Tch	Mt	Ig
Cb	Gd	Bp	Tca	Irx	Mm	Mch
Mo	Mb	Tch	Mt	Ig	Mo	Mb
Gtb	Jp	Mch	Cb	Gd	Bp	Tca
Tch	Mt	Ig	Mo	Mb	Tch	Mt
Irx	Mm	Tca	Gtb	Jp	Mch	Cb
Ig	Mo	Mb	Tch	Mt	Ig	Mo

Figura 3.4. Distribuição das mudas no modelo de Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade (as letras nas linhas indicam a abreviatura do nome das espécies).

T3 = Controle

O tratamento controle foi instalado em parcelas de 21x21m, sem nenhum manejo, sem nenhum plantio, controle dos tratamentos do experimento de restauração ecológica (Projeto Aquaripária). Nesta dissertação este tratamento somente será utilizado na avaliação dos regenerantes (Capítulo 3).

3.2 ESCOLHA DAS ESPÉCIES

Ao todo, foram plantadas na área experimental 522 mudas de 17 espécies arbóreas e arbustivas (Tabela 3.1), que foram selecionadas de acordo com os princípios ecológicos e critérios requeridos em cada método.

A seleção de espécies arbóreas nativas de mata ripária do Bioma Cerrado foi feita com base nos princípios ecológicos e critérios descritos em cada modelo, levando em consideração também a adaptabilidade de cada espécie as condições ambientais do local do experimento. Para as espécies arbustivas a seleção foi feita com base em critérios de atração de fauna estabelecidos por Albuquerque et al. (2010, 2011). A partir destes

critérios, assim como da disponibilidade de sementes, obteve-se a lista de espécies (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Caracterização das espécies nativas do Cerrado: habitat, categoria sucessional (ST: Secundária tardia; CL: Clímax; P: Pioneira; SI: Secundária inicial; NP: Não pioneira) e indicativo do tratamento onde foram, plantadas (T1 = Nucleação modelo de Anderson; T2 = Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade), utilizadas no experimento de restauração ecológica de matas ripárias, no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Nome científico	Nome popular	Família	Hábito	Ocorrência fitofisionomia ou Habitat	Categoria sucessional	Tratamento
<i>Alibertia macrophylla</i> K. (Schum)	Marmelada-de-cachorro	Rubiaceae	Árvore	Mata de galeria, mata seca, cerradão, cerrado (lato sensu) ¹	ST ⁷	T2
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Guatambu-da-mata	Apocynaceae	Árvore	Mata ciliar, mata de galeria, mata seca ¹	ST ⁶	T2
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Mirindiba	Combretaceae	Árvore	Mata ciliar, mata de galeria, mata seca, cerradão, cerrado (lato sensu) ¹	NP ⁸	T2
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess	Guanandi	Clusiaceae	Árvore	Mata ciliar, mata de galeria ¹	NP ⁸	T1 T2
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desff.	Copaíba	Caesalpiaceae	Árvore	Mata ciliar, mata de galeria, cerradão, cerrado (stricto sensu) ¹	NP ⁸	T1 T2
<i>Croton urucurana</i> Baill	Sangra d'água	Euphorbiaceae	Árvore	Mata ciliar, mata de galeria, margem de córrego ¹	P ⁸	T1 T2
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Rubiaceae	Árvore	Mata Ciliar, Mata de galeria, Cerradão, Savanas amazônicas, área antrópica ¹	NP ⁸	T1 T2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam	Mutamba	Malvaceae	Árvore	Mata de galeria, mata seca, cerradão ²	P ⁷	T2
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	Árvore	Mata ciliar, mata seca (semidecídua, decídua) ¹	P ¹	T1 T2
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá da mata	Fabaceae	Árvore	Mata de galeria ³	ST ³	T1 T2
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	Moreia	Moraceae	Árvore	Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Pampa, Amazônia ⁵	P ⁵	T2
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Pororoca	Myrsinaceae	Árvore	Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca, Cerrado (lato sensu), Vereda, Campo com Murunduns, Campo rupestre (lato sensu) ¹	P ¹	T1
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Bacupari-da-mata	Hippocrateaceae	Árvore	Mata de galeria ⁴ Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca semidecídua, cerradão, cerrado denso, vereda, savanas amazônicas ¹	ST ¹⁰	T2
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	Anacardiaceae	Árvore	Mata de galeria (inundável) ⁴ , vereda, campo úmido, brejo ¹	NP ⁸	T1
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Miconia chamissois	Melastomataceae	Arbusto		P	T1 T2
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn	Quaresmeira	Melastomataceae	Arvoreta	Mata de galeria, cerradão, cerrado (stricto sensu), campo rupestre (lato sensu) ¹	P ⁷	T2
<i>Tococa formicaria</i> Mart.	Tococa formicaria	Melastomataceae	Arbusto	Mata ciliar, Mata de galeria (inundável) ¹ , Vereda ¹	SI ¹²	T1 T2

Referências: da Silva Júnior, e Pereira (2009)¹; Medeiros (2011)²; Sano et al. (2008)³; Felfili et al. (2000)⁴; Ribeiro et al (2001)⁵; Leite e Rodrigues (2008)⁶; Pinheiro e Monteiro (2009)⁷; Mori et al. (2012)⁸; Sano et al., (2008)⁹; Lorenzi (1949)¹⁰; Medeiros (2011)¹¹Albuquerque (2013)¹²

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADREASEN J.K.; O'NEILL, R.V.; NOSS, R.; SLOSSER, N.C. (2001). Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. *Ecological Indicators*,.
- ALBUQUERQUE, L. B.; COSTA, L. C.; MIRANDA, Z. J.G. ; SOUSA, S.R. (2010). Melastomataceae Juss. em área em regeneração natural para uso potencial na restauração ecológica de Mata Ripária no Bioma Cerrado. In: X Congresso Latinoamericano de Botânica, 2010, La Serena. *Anais X Congresso Latinoamericano de Botânica*. La Serena.
- ALBUQUERQUE, L. B., ALONSO, A. M., DE GÓIS AQUINO, F., REATTO, A., SOUSA-SILVA, J. C., LIMA, J. E. F. W., e DE SOUSA, E. D. S. (2010). Restauração Ecológica de Matas Ripárias: uma questão de sustentabilidade. Embrapa Cerrados. Planaltina DF, 75.
- ALBUQUERQUE, L. B.; SOUSA, A. C. S. A.; SOUSA, S.R. ; AQUINO, F.G. (2011) . Germinación de especies clave de Melastomataceae Juss. para fines de restauración del ecosistema ripario de la Sabana Brasileña. In: SER 2011: World Conference on Ecological Restoration, 2011, Mérida, México. Books of abstracts -SER 2011: World Conference on Ecological Restoration. Mérida, México : SER 2011: World Conference on Ecological Restoration, 221-221.
- ALBUQUERQUE, L. B., AQUINO, F. G., COSTA, L. C., MIRANDA, Z. J., & SOUSA, S. R. (2013). Especies de Melastomataceae Juss. con potencial para la restauración ecológica de la vegetación riparia del cerrado/savana. *Polibotánica*, (35), 1-19.
- ATTANASIO, C. M., RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S., & NAVE, A. G. (2006). Adequação ambiental de propriedades rurais recuperação de áreas degradadas restauração de matas ciliares. Apostila de Recuperação. Universidade de São Paulo,

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”. Departamento de Ciências Biológicas. Laboratório de ecologia e restauração floresta.

ATTANASIO, C. M. (2008). Manual técnico: restauração e monitoramento da mata ciliar e da reserva legal para a certificação agrícola: conservação da biodiversidade na cafeicultura. Piracicaba, SP: Imaflora, 60 p.

BECHARA, F.C. (2006) Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. Tese (Recursos Florestais). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

BRAUN-BLANQUET, J. (1979). Fitosociologia; bases para el estudio de las comunidades vegetales. (Eds). Blume, Madrid, 1-820.

CRAWLEY, M. J. The R book. John Wiley & Sons Inc, p. 942, 2007.

DALE, V.H & BEYELER, S.C., (2001) Changes in the development and use of ecological indicators. Ecological Indicators.

DOBSON, A.J. (1990). An Introduction to Generalized Linear Models. Great Britain, T. J. Press. Limitado, 174p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. (1997). Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 212p.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. (2003) Definição ecológica: tendência e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. MORAES, L. F. D. (Coord.) Restauração ecológica de ecossistemas naturais, Botucatu, SP: Fenap. 1-26.

FELFILI, J.M.; RIBEIRO, F.J.; FAGG, C.W.; MACHADO, J.W. (2000). Recuperação de Matas de Galeria. Brasília: Embrapa Cerrados/MMA. (Série Documentos, **21**), 45p.

- GÊNOVA, K.B.; HONDA, E.A.; DURIGAN, G. (2007) Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de cerrado. *Rev. Inst. Flor., São Paulo*, 19 (2).
- GUEDES, F. B., SEEHUSEN, S. E. (2011). Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. Ministério do Meio Ambiente-MMA.
- HARPER, K.T.; SANDERSON, S.C.; MCARTHUR, E.D. (1992) Riparian ecology in tion National Park, Utah. USDA. Forest Service. INT general technical report, p 298.
- HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. C.; CARMO, R. L. (2002) Uso do solo e mudança de sua cobertura no Centro-Oeste do Brasil: consequências demográficas, sociais e ambientais. In: HOGAN, D. J.; HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; CUNHA, J. M. P.; BAENINGER, R. (org.). Migração e ambiente no Centro-Oeste. Campinas, NEPO/UNICAMP: PRONEX.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. (2005) A conservação do Cerrado brasileiro. *Belo Horizonte, Megadiversidade*, 1 (1), 147 – 155.
- LEI nº 12651 25 maio de 2012 acesso em 15 janeiro de 2015, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm
- LEITE, E. C., & RODRIGUES, R. R. (2008). Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. *Revista Árvore*, 32(3), 583-595.
- LIMA, J.E.F.W.; SILVA, E.M. (2007). Gestão de recursos hídricos e manejo da irrigação no Cerrado. In: FALEIRO, F.G.; SOUSA, E. dos S. de. Pesquisa, desenvolvimento e inovação para o Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 33 – 44.

- LORENZI, H. (1949). Árvores brasileiras : manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil/ Harri Lorenzi.- 2.ed.- Nova Odessa, SP : Editora Plantarum, 1998.
- MANOLIADIS, O.G. (2002). Development of ecological indicators – a methodological framework using compromise programming. *Ecological Indicators* (8) 169 – 178.
- MARTINS, S.V. (2007) Recuperação de mata ciliares. Aprenda Fácil Editora Viçosa, MG 2ª edição.
- MEDEIROS, J. de D. 2011. Guia de campo :vegetação do Cerrado 500 espécies. Brasília : MMA/SBF,
- MACHADO, V. C.; CABRITA, M. do R. (2009) Técnicas de Previsão. Caparica: FCT/UNL,. cap. II.
- MARTINOTTO, F., MARTINOTTO, C., COELHO, M. D. F. B., DE AZEVEDO, R. A. B., & DE FIGUEIREDO, M. C. (2012). Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. *Pesq. agropec. bras., Brasília*, 47(1), 22-29.
- MELO, V. G. Uso de espécies nativas do bioma Cerrado na recuperação de área degradada de Cerrado sentido restrito, utilizando lodo de esgoto e adubação química. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2006. 96p.
- METZGER, J. P.; CASATTI, L.; VERDADE, L. (2002). Indicadores de conservação e avaliação do conhecimento para conservação. In: I Workshop de Síntese do Programa BIOTA/FAPESP na Universidade de São Carlos, SP. Relatório do grupo de trabalho. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/info/historico/simp2002/gt2.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2014.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) (1999). Agenda 21 Brasileira – Agricultura sustentável – Produto 3 / Versão final.
- MUMMEY, D.L.; STAHL, P.D.; BUYER, J.S. (2002). Microbial biomarkers as an indicator of ecosystem recovery following surface mine reclamation. *Applied Soil Ecology*.
- MYERS N, MITTERMEIER RA, MITTERMEIER CG, FONSECA GAB, KENT J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- OLIVEIRA-FILHO, E. C.; LIMA, J. E. F. W. (2002) Impacto da agricultura sobre os recursos hídricos na região do cerrado. Planaltina – DF, Embrapa Cerrados, 50 p.
- PARKER, V.T. (1997) The scale of successional models and restoration objectives. *Restoration Ecology*.
- PEREIRA, M.P.; BOTELHO, S.A.; BERG, E.V.D.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MACHADO, E.L.M. (2010). Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. *Ciência Florestal*, v.20, n.2, p.235-253.
- PINHEIRO, M. H. O., & MONTEIRO, R. (2009). Análise estrutural e considerações sobre a dinâmica sucessional de dois fragmentos florestais semidecíduais do Jardim Botânico Municipal de Bauru, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23(41), 968-975.
- REIS, A., TRES, D.R.; BECHARA, F.C. (2006). A Nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “Espaço para o impossível”. In: Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares, Instituto de Botânica, São Paulo.
- REIS, A.; TRES, D.R. (2008). (Org.). *Novos Aspectos na Restauração de Áreas Degradadas*. Florianópolis. Apostila.

- REIS, A.; BECHARA, F.C.; ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; LOPES, L. (2003). Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. *Natureza & Conservação*, v.1.
- REIS, A.; ESPÍNDOLA M.B. de; VIEIRA, N.K. (2003). A nucleação como ferramenta para restauração ambiental. Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas. Instituto de Botânica, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto de Botânica, p. 32-39.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. (2001). As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L.; SOUSA-SILVA, J.C. (Eds.). Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de galeria. Planaltina - DF: Embrapa Cerrados. p.27-47.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. (1998). Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV, Departamento de solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de áreas degradadas, p.203-215.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G.; ATTANASIO, C.M. (2007). Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. *Pesquisa Florestal Brasileira*, (55), p. 7-21.
- RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (2009). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, São Paulo. p.264.
- SANO, E. E.; FERREIRA, L. G. (2005). Monitoramento semi-detalhado (escala 1:250.000) de ocupação de solos do cerrado: considerações e proposta metodológica. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, INPE, 3309-3316.

- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. (2008). Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (1) 153-156.
- SANO, S. M., ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F., (2008). *Cerrado : ecologia e flora / editores técnicos, Embrapa Cerrados. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica., 2 v. p.1.279.*
- SAWYER, D. (2002) População, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no cerrado. In: HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; CUNHA, J. M. P.; BAENINGER, R. (org.). *Migração e ambiente no Centro-Oeste. Campinas, NEPO/UNICAMP: PRONEX.*
- SEGIP. (1995). The state environmental Goals and Indicators Project. Evaluation criteria. In: BERGQUIST, G. et al. *Prospective indicators for state use in performance agreements. Florida: SEGIP/Florida Center for public Management, 6-7.*
- SIEGEL, S.; CASTELLAN JR, N. J. (2006). *Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento, 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 448p.*
- SHIKI, S. (1997). *Sistema agroalimentar no Cerrado brasileiro: caminhando para o caos* In: SILVA, J. G.; SHIKI, S.; ORTEGA, A. C. (orgs) *Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do Cerrado brasileiro. Uberlândia, UFU.*
- SHIMAKURA, S.E. *Correlação.* In: CE003 - *Estatística II. Paraná: Dep. de Estatística da Universidade Federal do Paraná, p.71-78, 2006.*
- SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL (SER). (2004) *Science and Policy Working Group. The SER International primer on ecological restoration. www.ser.org & Society for Ecological Restoration International, Tucson.*

- VAN STRAALLEN, N.M. (1998). Evaluation of biocidador systems derived from soil arthropod communities, *Applied Soil Ecology*, vol. 9, 429-437.
- WALTER, B.M.T. (2006). Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas.. Tese (Doutorado em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília. p. 373.
- YARRANTON, G. A., & MORRISON, R. G. (1974). Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *The Journal of Ecology*, 417-428.
- ZIMMERMANN, F.J.P. (2004). Estatística aplicada à pesquisa agrícola, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p. 402.

4. CAPÍTULO I: SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS NATIVAS DO BIOMA CERRADO COMO INDICADOR PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE MATAS RIPÁRIA.

4.1 INTRODUÇÃO

As matas Ciliares e de Galeria (matas ripárias) são ecossistemas de alta diversidade biológica no Cerrado, têm cerca de 10% da biodiversidade do bioma (FELFILLI *et al.*, 2001). Sua importância reside na função protetora que exercem sobre os recursos bióticos e abióticos (DURIGAN & SILVEIRA, 1999). Quanto aos recursos bióticos, servem de refúgio para a fauna fornecendo abrigo e alimentação, atuam como corredor biológico e estimulam o fluxo gênico entre as populações (JUNIOR, 2009). Quanto aos recursos abióticos essas matas têm importância fundamental na manutenção da qualidade da água dos mananciais. Elas absorvem a água proveniente do escoamento superficial das áreas adjacentes, contribuindo para a redução dos processos erosivos do solo e consequente assoreamento do leito do curso d'água (JUNIOR, 2009). No processo de absorção, filtram a água que pode estar contaminada com resíduos químicos das atividades agrícolas evitando a contaminação do curso d'água (JUNIOR, 2009). A sombra proporcionada pela vegetação ripária é importante para a estabilidade térmica da água, evitando alterações bruscas de temperatura que podem afetar a reprodução e sobrevivência de várias espécies de peixes (NAIMAN e DÉCAMPS, 1997; BARRELA *et al.*, 2000; FONSECA *et al.*, 2001).

A escolha das técnicas de restauração mais adequadas requer a identificação correta e precisa de conceitos relacionados à dinâmica do ecossistema degradado (MORAES *et al.*, 2010). Um ecossistema é considerado restaurado quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem auxílio ou subsídios adicionais (SER, 2004). Assim para inferência da evolução dos recursos bióticos e abióticos durante o processo de restauração ecológica devem ser utilizadas ferramentas de avaliação, tais como, o emprego de indicadores (RODRIGUES *et al.*, 2009). Para que um indicador seja efetivo requer, entre outras coisas: apresentar forte relação com os objetivos do projeto de restauração ecológica (MANOLIADIS, 2002) e transmitir ganhos ambientais em áreas em processo de restauração (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998). Os indicadores ecológicos são muito utilizados para a avaliação de condições ambientais, representando

uma análise científica, com a categorização numérica ou descritiva de dados ambientais, e é frequentemente baseado em informações parciais que refletem o status de extensos ecossistemas (VAN STRAALLEN, 1998; MANOLIADIS, 2002).

Alguns trabalhos de restauração ecológica no bioma Cerrado evidenciam a utilização de indicadores, bem como, pode ser destacado o uso da sobrevivência de espécies nativas em monitoramentos de restauração (MUNDIM, 2004; OLIVEIRA e RIBEIRO, 2005; OLIVEIRA, 2006; BORDINI, 2007; SILVA, 2007; ANTEZANA, 2008; TONINI, et al., 2008; ARTIOLI, 2011; CORTES, 2012; FREITAS, 2012; MARTINOTTO et al., 2012; PEREIRA et al., 2012; ROCHA, 2013; RESENDE, 2013; LIMA, 2014), nas Cerrado stricto sensu DURIGAN, 1990; DURIGAN e SILVEIRA, 1999, DUBOC e GUERRINI, 2007; LACERDA, 2009). No bioma Mata Atlântica, por exemplo RODRIGUES et al., (2004; 2009; 2011). Assim sendo, identificar espécies adequadas de se estabelecer e desenvolver em áreas degradadas é considerado um importante passo para a obtenção de sucesso na restauração, a partir de critérios econômicos e ecológicos (CORRÊA; CARDOSO, 1998; MELO et al., 2006).

A qualidade das mudas é essencial para o sucesso da sobrevivência, levando em consideração características morfológicas e fisiológicas (MATTSSON, 1996; WARD et al., 2000; DAVIS, 2005). As espécies apresentam crescimento lento na fase inicial da germinação, ocorrendo em seguida, uma aceleração no processo de desenvolvimento das plântulas. Ao se aproximar da idade adulta, o desenvolvimento torna-se linear e, novamente, pode ocorrer uma fase de redução do crescimento, período de investimento reprodutivo (PEIXOTO *et al.*, 2011).

Enquanto diversas espécies passam por estas fases rapidamente, nas plantas de vida longa, geralmente estes processos são lentos (POORTER, 2002). Tais características estão associadas à genética dos indivíduos, diferenças nas taxas metabólicas, bem como interações biológicas e condições ambientais a que estes são submetidos (PEIXOTO *et al.*, 2011; GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003).

Diversos fatores ambientais podem interferir positiva ou negativamente na sobrevivência das espécies durante o seu estabelecimento, crescimento, e desenvolvimento, tais como a quantidade de luz, variação de temperatura, concentração de CO₂, disponibilidade de água e nutrientes (PEIXOTO et al., 2011; CABRAL et al., 2004; GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003, NAKAZONO et al., 2001).

O objetivo desse capítulo é monitorar e determinar a taxa de sobrevivência de 17 espécies arbóreas e arbustivas nativas, em 24 meses, como indicador de restauração ecológica de matas ripárias.

4.2 MATERIAL e MÉTODO

Área de estudo consta no material e métodos geral.

4.2.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

4.2.1.1 Indicadores de sobrevivência das espécies

O monitoramento da sobrevivência das mudas foi realizado no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014 (dois meses, três meses, quatro meses, cinco meses, seis meses, 12 meses, 18 meses e 24 meses). Foi analisado a sobrevivência por tratamento. Com isso foi calculada a sobrevivência das mudas a partir dos dados coletados conforme proposto por Scolforo (1998):

$$T(\%) = \frac{TF}{TI} \times 100$$

T = taxa de sobrevivência (%)

TI = total de indivíduos no início do período avaliado

TF = total de indivíduos sobreviventes no final do período avaliado

Para avaliar a sobrevivência comparando o efeito entre os tratamentos Nucleação (T1) e Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade (T2), para cada um dos diferentes períodos, os dados foram submetidos ao teste não-paramétrico para amostras independentes U de Mann-Whitney.

Para a análise dos dados obtidos foi utilizado o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), para Windows, versão 9.1.3 (SAS (2009)).

4.2.1.2 Correlação Clima e sobrevivência das mudas

Compreende a determinação do grau de relação entre duas variáveis, dado pelo coeficiente de Pearson, também chamado de coeficiente de correlação, ou ainda, simplesmente correlação para os pares de variáveis. Este coeficiente de correlação expressa o grau de dependência linear entre duas variáveis. O coeficiente de correlação tem valores entre -1 e +1, sendo negativa quando uma variável diminui com o aumento da outra variável, e positiva quando uma variável aumenta com o aumento da outra SHIMAKURA (2006).

4.2.1.3 Incidência de fatores bióticos

Os fatores bióticos analisados que podem ter influenciado na qualidade das mudas e no seu desenvolvimento foram: herbivoria foliar, herbivoria caulinar, ausência de folhas, brotos e rebrotas no coleto caulinar. A incidência desses fatores foi estimada semestralmente no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014. Em janeiro de 2012 foram realizadas as primeiras avaliações do estado das mudas, sendo esse o marco inicial (1). A partir desta data, foram realizadas cinco coletas. Foi considerada como broto a parte visível em estágio inicial de desenvolvimento dos ramos, acima do coleto da planta. Rebrotas foi considerada como a brotação inicial de desenvolvimento dos ramos abaixo do coleto da planta.

A porcentagem de incidências dos fatores foi obtida a partir das médias de frequência dos cinco monitoramentos. Dessa forma, foi realizada a análise de agrupamento a partir do modelo Ward (WARD, 1963), para o indicador sobrevivência com os fatores bióticos avaliados. As distâncias euclidianas quadradas e os grupos foram extraídos utilizando-se como critério de definição os gráficos das distâncias de ligação nos sucessivos passos da análise de agrupamento. Após a identificação do conjunto de grupos para a sobrevivência, os resultados dos fatores foram submetidos ao Teste t de comparação de médias ($p < 0,05$) para a sobrevivência. A análise estatística foi realizada no software SPSS versão 19.0 (SPSS, 2001).

4.2.1.4 Avaliação do indicador de restauração

Para avaliar o potencial do indicador ecológico para a restauração foi utilizado o enquadramento dos resultados em alguns aspectos descritos no modelo utilizado por Segip (1995) e Metzger (2002). Para avaliar esses aspectos e descritores propostos neste modelo, utilizou-se a escala de Likert em cinco níveis, cujo valor máximo é de 35, com isso permitiu uma análise mais ampla da utilização da sobrevivência como indicador de acordo com (SCORIZA et al, 2009), do menos eficiente (1) para o mais eficiente (5) seguindo os aspectos descritos no quadro 4.1. Essa metodologia, que avalia a eficiência do indicador, faz uma análise temporal e espacial, sendo que alguns aspectos são locais e outros aspectos estão em escala de paisagem.

As notas atribuídas a cada indicador variam de 1 a 5 e categorizaram o grau de importância dos aspectos, deste modo: 1 (nenhum) - está nota atribui ao aspecto nenhuma importância; 2 (pouco) - atribui baixa importância; 3 (regular) - atribui ao aspecto importância intermediária; para 4(boa) e 5 (excelente) atribui aos aspectos alta prioridade, ou seja, aqueles que podem ser excelentes para a área em processo de restauração (Quadro 4.1).

Quadro 4.1: Aspectos e descritores atribuídos aos indicadores ecológicos para determinar sua eficiência em avaliar o estado de uma área e monitorar tendências, adaptado de Segip (1995), Metzger (2002).

Aspectos	Descritores	Avaliação						Resultados
		Crítérios/Ponderação	Nenhum (a)	Pouco (a)	Regular	Boa (Bom)	Excelente	
Sensibilidade	Capaz de detectar alterações no ambiente e diferenças entre eles.	Qual a capacidade de ser afetado/influenciado pelo ambiente (análise ponderada do resultado)?						
Resultabilidade	Produz resultados mensuráveis.	Qual a facilidade e confiabilidade (precisão na mensuração)?						
Custo	Baixo custo de implantação.	Qual o custo relativo de implantação (ponderação homem/tempo)?						
Compreensão e interpretação	Capaz de ser compreendido e interpretado com facilidade.	Qual a facilidade de ser compreendido/interpretado pelo agricultor/homem de campo?						
Previsibilidade ou tendência	Indicam claramente tendências em resposta a alterações no ambiente ao longo do tempo, permitindo a avaliação e monitoramento.	Indicam tendências ou permitem fazer previsões ao longo do tempo (resultado avaliado e monitorado ao longo do tempo/análise ponderada)?						
Escala	Apresentam valores e parâmetros claros que podem ser aplicados como referência para avaliar o estado de cada área e suas alterações.	Qual a capacidade dos valores e parâmetros do indicador de serem usados como referência para outras áreas?						
Síntese	Permite a formulação de critérios que reúnem vários atributos do ecossistema ou área, possibilitando uma análise única de várias características ou estados das áreas foco.	Qual a capacidade do indicador de reunir e expressar os atributos/características do ecossistema/fragmento do entorno da área?						
		Total						

Para a classificação e seleção do melhor indicador criou-se três intervalos de eficiência ecológica do indicador (Tabela 4.2), com base nas avaliações dos aspectos e descritores adaptados de Segip (1995), Metzger (2002).

Tabela 4.1 – Classificação da eficiência ecológica do indicador.

Intervalo de Eficiência do Indicador	Classificação da Eficiência
01 – 20	Baixo
21 – 27	Razoável
28 - 35	Excelente

4.3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A sobrevivência das espécies nos tratamentos em 24 meses foi maior no T2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade) com 82%, variando entre as espécies de 22% a 100% (Tabela 4.3), seguido do T1 (Nucleação - Modelo de Anderson) com 40%, variando entre as espécies de 29 % a 100% (Tabela 4.2). Apesar do delineamento de cada tratamento ser diferente, aplicado o teste de Wilcoxon independente não houve diferença significativa ($p < 0,0742$; $p < 0,005$) entre as taxas de sobrevivência das espécies, possibilitando assim, a análise por espécie em todo o experimento.

Tabela 4.2 Sobrevivência das espécies arbóreas e arbustivas nativas no Tratamento 1 (Nucleação) utilizadas no plantio realizado de janeiro 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga- Planaltina – DF. Legenda: N.I = número inicial de mudas plantadas; % = porcentagem da sobrevivência; M = mês de monitoramento.

Espécies	Nome popular	N.I	2M	%	3M	%	4M	%	5M	%	6M	%	12M	%	18M	%	24M	%
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb.	Guanandi	12	11	92	10	83	10	83	10	83	9	75	8	67	6	50	6	50
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	10	10	100	10	100	10	100	9	90	8	80	8	80	9	90	9	90
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra d'água	9	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	7	78	6	67
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	9	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá	8	8	100	8	100	8	100	8	100	7	87,5	7	87,5	6	75	6	75
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Pororoca	9	9	100	9	100	8	89	8	89	8	89	7	78	7	78	7	78
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC) Mattos	Ipê-roxo	9	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	7	78	8	89
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	9	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	8	89	9	100
Total sem arbustivas		75	74	99	73	97	72	96	71	95	68	91	66	88	59	79	60	80
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Miconia chamissois	154	149	97	140	91	138	90	134	87	75	49	73	47	46	30	45	29
<i>Tococa formicaria</i> Mart.	Tococa formicaria	146	141	97	121	83	121	83	120	82	73	50	66	45	46	32	46	32
Total arbustivas		300	290	97	261	87	259	86	254	85	148	49	139	46	92	31	91	30
Total do tratamento		375	364	97	334	89	331	88	325	87	216	58	205	55	151	40	151	40

Tabela 4.3 Sobrevivência das espécies arbóreas e arbustivas nativas no Tratamento 2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade) utilizadas no plantio realizado de janeiro 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga-Planaltina – DF. Legenda: N.I = número inicial de mudas plantadas; % = porcentagem da sobrevivência; M = mês de monitoramento.

Espécies	Nome popular	N.I	2M	%	3M	%	4M	%	5M	%	6M	%	12M	%	18M	%	24M	%
<i>Alibertia macrophylla</i> (Schum).	Marmelada de cachorro	6	6	100	6	100	6	100	6	100	5	83	5	83	5	83	5	83
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Guatambu-da-mata	6	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	5	83	6	100
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Mirindiba	15	15	100	15	100	15	100	15	100	14	93	14	93	14	93	14	93
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb.	Guanandi	6	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	5	83	5	83	5	83
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	9	9	100	8	89	8	89	8	89	8	89	7	78	7	78	7	78
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	6	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba	19	19	100	19	100	19	100	18	95	16	84	16	84	16	84	15	79
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá	18	18	100	18	100	18	100	18	100	18	100	18	100	18	100	18	100
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	Moreira	18	17	94	17	94	17	94	15	83	17	94	17	94	17	94	17	94
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Bacupari-da-mata	6	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC) Mattos	Ipê-roxo	6	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	5	83	2	33	3	50
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	Tibouchina	15	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	14	93	14	93	14	93
Total sem arbustivas		130	129	99	128	98	128	98	125	96	123	95	119	92	115	88	116	89
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Miconia chamissois	9	9	100	9	100	9	100	9	100	4	44	4	44	2	22	2	22
<i>Tococa formicaria</i> Mart.	Tococa formicaria	9	9	100	8	89	7	78	7	78	4	44	4	44	3	33	3	33
Total arbustivas		18	18	100	17	94	16	89	16	89	8	44	8	44	5	28	5	28
Total do tratamento		148	147	99	145	98	144	97	141	95	131	89	127	86	120	81	121	82

A sobrevivência do total das 522 mudas plantadas, de janeiro/2012 a janeiro/2014, após dois, três, quatro, cinco, seis, 12, 18 e 24 meses após o plantio, respectivamente, 90%, 89%, 89%, 89%, 67%, 63%, 51% e 51% (Tabela 4.4). Estas taxas de sobrevivência estão classificadas como alta, mediana e baixa, de acordo com CORRÊA e CARDOSO (1998), DURIGAN e SILVEIRA (1999) e SOUZA (2002) taxas acima de 81% são altas, de 61 a 80% são medianas e $\leq 60\%$, são consideradas baixas.

A sobrevivência nos tratamentos ao final de jan/14 sem as arbustivas para T1 80% considerada mediana, e para o T2 89% considerada alta (Tabelas 4.1 e 4.2).

Tabela 4.4 Sobrevivência das espécies nativas arbóreas e arbustivas utilizadas no plantio realizado de janeiro 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga- Planaltina – DF. Legenda: N.I = número inicial de mudas plantadas; % = porcentagem da sobrevivência; M = mês de monitoramento.

Espécies	Nome popular	N. I	2M	%	3M	%	4M	%	5M	%	6M	%	12M	%	18M	%	24M	%
<i>Alibertia macrophylla</i> (Schum).	Marmelada de cachorro	6	6	100	6	100	6	100	6	100	5	83	5	83	5	83	5	83
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Guatambu-da-mata	6	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	5	83	6	100
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	Mirindiba	15	15	100	15	100	15	100	15	100	14	93	14	93	14	93	14	93
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Camb.	Guanandi	18	17	94	16	89	16	89	16	89	15	83	13	72	11	61	11	61
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	18	18	100	18	100	18	100	18	100	16	89	16	89	16	89	16	89
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra d'água	9	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	8	89	8	89
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	15	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba	18	18	100	18	100	18	100	18	100	18	100	16	89	15	83	15	83
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC) Mattos	Ipê-roxo	15	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	13	87	12	80
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá	27	27	100	27	100	27	100	27	100	27	100	25	93	24	89	24	89
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moreira	18	18	100	17	94	17	94	17	94	17	94	17	94	17	94	17	94
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Pororoca	9	9	100	9	100	9	100	8	89	8	89	8	89	7	78	7	78
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don	Bacupari-da-mata	6	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100	6	100
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Pau-pombo	9	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100	9	100
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	Quaresmeira	15	15	100	15	100	15	100	15	100	15	100	14	93	13	87	13	87
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	Miconia chamissois	158	141	89	141	89	141	89	141	89	79	50	74	47	43	27	42	27
<i>Tococa formicaria</i> Mart.	Tococa formicaria	160	125	78	125	78	125	78	125	78	77	48	69	43	44	28	44	28
Sobrevivência do período		522	469	90	467	89	467	89	466	89	351	67	331	63	265	51	264	51

Em área de recuperação de áreas degradadas no Distrito Federal, SILVA (2007) utilizando espécies nativas do Cerrado Sentido Restrito, verificou valores de sobrevivência de 60% em 22 meses de acompanhamento. A sobrevivência registrada no presente trabalho está baixo para experimento de restauração ecológica na fase de implantação, o que poderá possibilitar o estabelecimento das espécies na área em recuperação. Portanto, plantios jovens, como os que estão sendo analisados, ainda podem apresentar uma taxa de mortalidade acima de 40%, pois as mudas ainda não atingiram a idade crítica, onde a demanda por nutrientes poderá influenciar a sobrevivência das mudas e aumentar ainda a mais a taxa de mortalidade (Durigan, 1990).

As espécies apresentaram em 24 meses de plantio, altos percentuais (100%) de sobrevivência foram *Aspidosperma parvifolium*, *Genipa americana*, *Salacia elliptica* e *Tapirira guianensis* Aubl (Pau-pombo). Enquanto outras espécies como *Maclura tinctoria*, *Buchenavia tomentosa*, *Croton urucurana*, *Copaifera langsdorffii*, *Inga laurina*, *Tibouchina stenocarpa*, *Alibertia macrophylla*, *Guazuma ulmifolia*, *Handroanthus impetiginosus*, com sobrevivência acima de 80% (Tabela 4.4). Resultados similares foram obtidos por CORRÊA e CARDOSO (1998), DURIGAN e SILVEIRA (1999), e SOUZA (2002). DURIGAN e SILVEIRA (1999) registraram maior sobrevivência de (77% e 53%) aos 18 meses e aos 9 anos para as espécies *Tapirira guianensis* e *Calophyllum brasiliense* em uma mata ciliar em recomposição em Assis, SP. FONSECA et al. (2001) verificaram que a taxa de sobrevivência de *Enterolobium contortisiliquum*, *Tapirira guianensis*, *Hymenea stilbocarpa*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Inga vera* aos 12 meses de plantio em área de Mata Ciliar no Distrito Federal, foi de 98%, 81%, 80%, 76%, 73% respectivamente. OLIVEIRA et al. (2015) em uma área do INMET em Brasília, nas mudas florestais após um ano do plantio, *Copaifera langsdorffii*, *Genipa americana*, *Hymenaea coubaril* e *Myroxylon peruiferum* apresentaram sobrevivência de 100%. Exceto as espécies *Ormosia stipularis* (61,7% e 21,3%) de sobrevivência um e cinco anos após o plantio, respectivamente e *Tibouchina stenocarpa* (57,4% e 51,1%) um e cinco anos após o plantio respectivamente, todas as outras se destacaram pela alta taxa de sobrevivência nos dois períodos analisados.

Neste trabalho as espécies que apresentaram sobrevivência mediana (61%) para *Calophyllum brasiliensis* e *Myrsine guianensis* (78%), (Tabela 4.4). Outros trabalhos na região do Cerrado, como o de ARTIOLI, (2011) obteve para esta espécie *Calophyllum brasiliensis* 68% de sobrevivência em plantio de Mata de Galeria, Jardim Botânico de

Brasília (DF) e CORTES (2012) a taxa de sobrevivência para *Calophyllum brasiliensis* foi nula em plantio em Mata de Galeria em Planaltina (DF). Na Mata Atlântica, Poços das Antas - RJ, a sobrevivência de *Calophyllum brasiliensis* no primeiro ano de monitoramento foi de 84% (MORAES et al., 2006)

Neste estudo somente as espécies *Miconia chamissois* (27%) e *Tococa formicaria* (28%) tiveram sobrevivência considerada baixa (Tabela 4.4), porque foram intensamente herbivoradas (Figura 4.1). Estas espécies são arbustivas e zoocóricas, assim, fundamentais para acelerarem a restauração porque frutificaram dentro de dois anos e atraem a fauna.

Neste estudo a alta sobrevivência da maioria das espécies às condições climáticas e edáficas da área experimental indica que houve a seleção apropriada dessas espécies, assim como estão adaptadas às condições climáticas da zona ripária (Figura 3.1 ver Materiais e Métodos Geral), como mostra a não correlação da sobrevivência das mudas a temperatura e a precipitação Quadro 4.2.

A taxa de sobrevivência varia, em diferentes estudos, de acordo com a espécie e o tempo de permanência no campo. As espécies florestais nativas do bioma Cerrado *Inga uruguensis* Hook. e Arn., *I. sessilis* (Vell.) Mart., *Citharexylum myrianthum* Cham, *Erythrina falcata* Benth, *Calophyllum brasiliense* Cambess e *Hieronyma alchorneoides* Allem, cultivadas com espécies agrícolas em Florianópolis, SC, e submetidas a extremos climáticos, apresentaram, aos 21 meses de idade, índice de sobrevivência de 5 a 94% (MARTINOTO et al. 2012).

Quadro 4.2: Correlação de Pearson da taxa de sobrevivência das espécies com a temperatura e a precipitação no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Espécie	Temperatura		Precipitação	
	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed) N =8	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed) N=8
Sd	0,30	0,47	0,37	0,37
Tch	0,35	0,39	0,07	0,86
Ig	0,36	0,38	0,02	0,96
Mt	0,36	0,38	0,01	0,98
Gd	0,43	0,28	0,15	0,72
Pr	0,49	0,21	0,23	0,58
Tca	0,63	0,10	0,20	0,63
Mch	0,64	0,09	0,22	0,59
Cb	0,64	0,09	0,09	0,84
Mm	0,71	0,05	0,15	0,71
Mb	0,71	0,05	0,15	0,71
Mo	0,71	0,05	0,15	0,71

De acordo com FONSECA e RIBEIRO (1998) os fatores que podem interferir na sobrevivência são, por exemplo: umidade, propriedades físico-químicas do solo, temperatura do ar e luminosidade em micro-sítios particulares, esses fatores ambientais podem também afetar o desenvolvimento inicial das plantas em condições naturais.

De maneira geral, as principais adaptações das plantas nativas às condições físicas do Cerrado são: o sistema subterrâneo desenvolvido desde o estágio de plântula, com raízes que atingem grandes profundidades no solo em busca de água; caules subterrâneos com função de reserva (xilopódio) e com gemas que permitem a rebrota das plantas após a estiagem e as queimadas; translocação de fotoassimilados para o sistema subterrâneo nos períodos de seca; minimizando perdas de água para a atmosfera; resposta de crescimento sob baixas concentrações de nutrientes e pH ácido; acúmulo foliar de alumínio; e ajustamento osmótico das raízes, possibilitando a entrada de água nos meses secos e a continuidade da transpiração e da fotossíntese (SCARIOT et al., 2005).

A sobrevivência das mudas plantadas pode estar relacionada às condições edáficas de cada mancha de solo, visto que as disposições de nutrientes, bem como textura, permeabilidade e pH do solo (PEIXOTO et al., 2011), podem influenciar no desenvolvimento e conseqüentemente na sobrevivência das plantas (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003; CORONADO et al., 2002). A área apresenta dois tipos de solos Plintossolo Háptico argilo e Plintossolo Háptico arenoso (REATTO, 2014). Esta área tem restrições a percolação da água, sendo que pode ter excesso de umidade no solo o que pode ter ajudado na sobrevivência das mudas, principalmente na estação seca.

A sobrevivência das espécies pode ser explicada pelo teor de matéria orgânica do solo, nesta área de estudo varia de mediana a baixa, o que proporciona um bom aproveitamento dos nutrientes, com isso tem uma interação dos componentes orgânicos e minerais do solo (REATTO, 2014).

Além dos fatores climáticos e edáficos, a sobrevivência pode ser influenciada pelos fatores bióticos como a herbivoria e a capacidade da planta em rebrotar ou não. Ao se fazer esta análise houve a formação de três grupos (Figura 4.1), com diferenças significativas entre eles (Tabela 4.2). O Grupo 1 (*Cofaifera langsdorffii*, *Guazuma ulmifolia*, *Alibertia macrophylla*, *Inga laurina*, *Genipa americana*, *Tapirira guianensis*, *Buchenavia tomentosa*, *Salacia elliptica*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Handroanthus impetiginosus*) teve a maior média de sobrevivência (91,78%). Sendo que foi o grupo que obteve menor média de brotos (7,35%) e rebrotas caulinares (3,24%), provavelmente em resposta a baixa

herbivoria caulinar (4,92%). Parece que estas espécies não são tão atrativas às formigas ou apresentam algum mecanismo contra a herbivoria. Este grupo apresentou média herbivoria foliar (16,91%). As plantas desenvolveram diversos mecanismos para reduzir o ataque de insetos, incluindo respostas específicas que ativam diferentes vias metabólicas que alteram consideravelmente suas características químicas e físicas MELO e SILVA-FILHO (2002). Segundo MELO e SILVA-FILHO (2002), a herbivoria pode afetar o crescimento inicial da altura da muda e a perda na produção de frutos, mas não influência na sobrevivência das mudas.

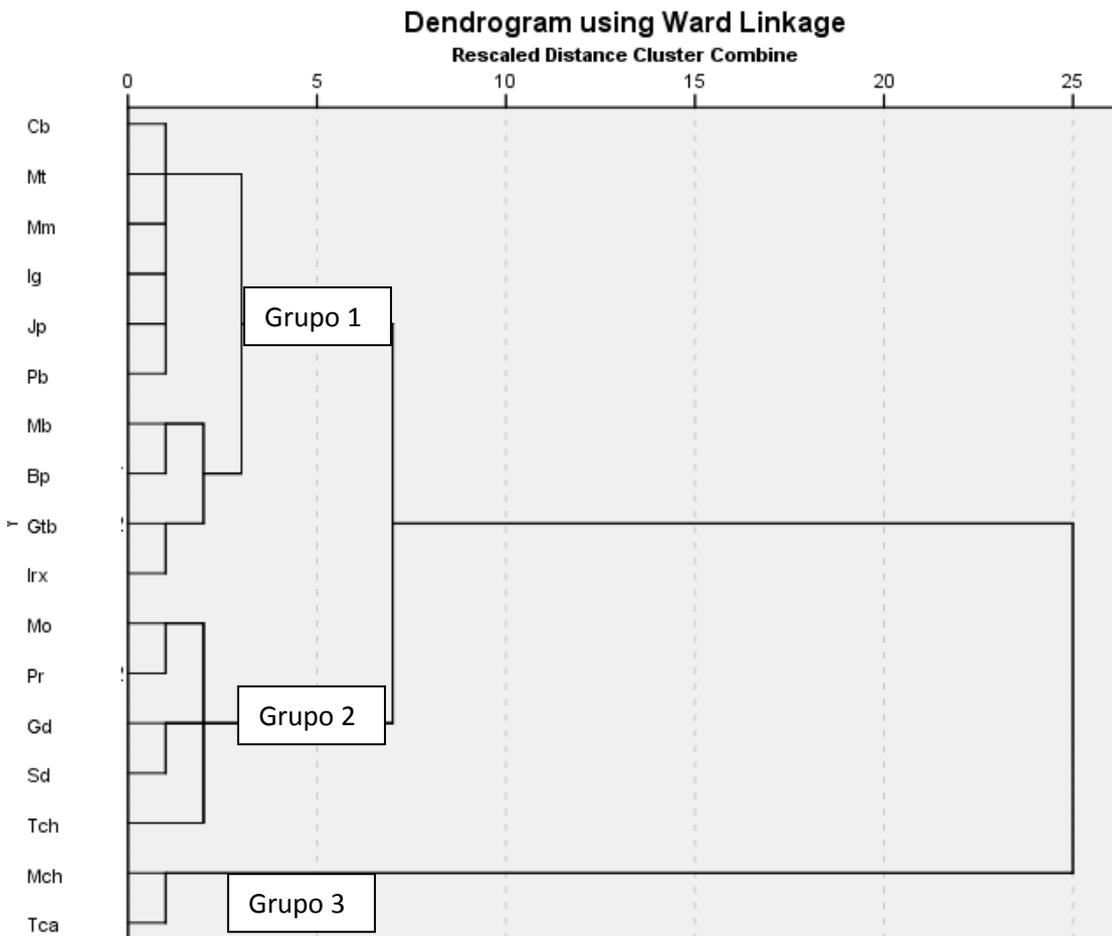


Figura 4.1. Dendrograma do percentual de sobrevivência das espécies *Buchenavia tomentosa* Eichler (Mirindiba = Mb); *Croton urucurana* Baill (Sangra-da-água = Sd); *Calophyllum brasiliensis* Cambess. (Guanandi = Gd); *Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud. (Moreira = Mo); *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Pororoca = Pr); *Alibertia macrophylla* (Schum.) (Marmelada-de-cachorro = Mm); *Genipa americana* L. (Jenipapo = Jp); *Cofaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba = Cb); *Guazuma ulmifolia* Lam. (Mutamba = Mt); *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos (Ipê roxo = Irx); *Salacia elliptica* (Mart. ex Schult.) G. Don (Bacupari da mata = Bp), *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Guatambu = Gtb); *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ingá = Ig); *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (Quaresmeira = Tch); *Tapirira guianensis* Aubl. (Pau-pombo = Pb); *M.chamissois* Naudin (Miconia = Mch); *Tococa formicaria* Mart (Tococa = Tca), em relação aos parâmetros bióticos (herbivoria caulinar e foliar, ausência de folhas, broto e rebrota) pela análise de agrupamento no experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga – Planaltina – DF.

O Grupo 2, segundo com a maior média de sobrevivência (81,78%) e a média de herbivoria foliar um pouco abaixo do Grupo 1 (14,26%), reúnem espécies tais como: *Calophyllum brasiliensis*, *Croton urucurana*, *Maclura tinctoria*, *Myrsine guianensis* e *Tibouchina stenocarpa*. Foi possível avaliar que as espécies do grupo 2 diferiram do grupo 1 nas médias mais altas de brotos (22,64%) e rebrotas (9,26 %). Espécies com altas taxas de rebrotas podem ser qualificadas como plantas que investem energia no sistema radicular na fase inicial de crescimento (DUBOC e GUERRINI, 2007), podendo ser analisada que a rebrota auxilia as plantas na ocupação de áreas perturbadas (MELO e DURIGAN, 2007). Isso pode ser excelente suporte para sobrevivência das plantas. No entanto, a média de rebrota e broto pode ter sido resposta a incidência de 10,98% de herbivoria caulinar que esse grupo sofreu durante os 24 meses de monitoramento.

Tabela 4.5. Comparação entre as médias de parâmetros bióticos dos grupos extraídos na análise de cluster no experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.

Parâmetros %	Grupo 1 (n=10)	Grupo 2 (n=5)	Grupo 3 (n=2)	F	p valor
Herbivoria caulinar	4,92±4,14	10,98 ± 4,56	30,10 ±0,23	31,52	0,000
Sem folha	4,76±5,39	3,29±2,85	32,82±7,72	28,62	0,000
Herbivoria foliar	16,91±10,47	14,26±11,37	47,08±1,24	8,01	0,005
Broto	7,35±5,01	22,64±5,26	26,16±8,86	18,74	0,000
Rebrota	3,24±2,78	9,26±5,82	15,37±5,83	8,83	0,003
Sobrevivência	91,78±7,96	81,78±13,02	27,04±0,65	39,15	0,000

Diferença significativa em as médias dos grupos pelo ANOVA ($p < 0,05$)

O Grupo 3 (*M. chamissois* e *Tococa formicaria*), foi o que teve menor sobrevivência (27,04%). Essas espécies foram plantadas no experimento com o intuito de atrair a fauna dispersora de sementes. Esse grupo obteve a maior porcentagem em todos os parâmetros analisados, por exemplo tanto na herbivoria como na rebrota, tendo a maior herbivoria foliar (47,08%) quando comparados com os outros grupos (Tab. 4.5). Isso indica que essas espécies têm propensão maior a serem herbivoradas que as outras espécies em estudo. COLEY (1983) afirma que folhas mais jovens são consideravelmente mais predadas do que folhas maduras. Logo, a herbivoria pode afetar o crescimento, desenvolvimento e recrutamento dessas plantas (DEL-CLARO e OLIVEIRA et al. 2002). A alta capacidade de rebrota e brotação destas espécies em relação às demais parece ser uma resposta biológica das plantas às altas taxas de herbivoria.

Neste estudo a sobrevivência variou de 80% a 89% nos dois tratamentos (T1 e T2, respectivamente) sem as arbustivas e com as arbustivas 40% e 82%, o que indica que o processo inicial de restauração ecológica está aceitável, o que poderá acelerar o processo de restauração.

O uso da sobrevivência das plantas como indicador do processo restauração é interessante, pois foi possível compreender e identificar alguns fatores bióticos e abióticos, mesmo que de maneira geral, podem ser responsáveis pelas alterações e/ou sucesso ao longo do tempo. De acordo com VAN STRALEN (1998), o potencial de indicadores reflete nas mudanças visíveis no ambiente em que está se avaliando.

A sobrevivência das plantas é reflexo de um conjunto de fatores que estão presentes na área em processo de restauração. Dentro deste contexto, a análise mais ampla da utilização da sobrevivência como indicador do processo de restauração mostrou que, com base nos critérios estabelecidos, a nota atribuída foi de 32 (Quadro 4.3). Isso significa que sua aplicação como indicador é excelente.

Quadro 4.3 – Eficiência da sobrevivência como indicador de restauração ecológica através da escala de Likert (cinco níveis), adaptado por Segip (1995) e Metzger (2002), em experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.

Aspectos	Descritores	Avaliação	
		Critérios/Ponderação	Resultados
Sensibilidade	Capaz de detectar alterações no ambiente e diferenças entre eles.	Qual a capacidade de ser afetado/influenciado pelo ambiente (análise ponderada do resultado)?	5
Resultabilidade	Produz resultados mensuráveis.	Qual a facilidade e confiabilidade (precisão na mensuração)?	5
Custo	Baixo custo de implantação.	Qual o custo relativo de implantação (ponderação homem/tempo)?	5
Compreensão e interpretação	Capaz de ser compreendido e interpretado com facilidade.	Qual a facilidade de ser compreendido/interpretado pelo agricultor/homem de campo?	5
Previsibilidade ou tendência	Indicam claramente tendências em resposta a alterações no ambiente ao longo do tempo, permitindo a avaliação e monitoramento.	Indicam tendências ou permitem fazer previsões ao longo do tempo (resultado avaliado e monitorado ao longo do tempo/análise ponderada)?	4
Escala	Apresentam valores e parâmetros claros que podem ser aplicados como referência para avaliar o estado de cada área e suas alterações.	Qual a capacidade dos valores e parâmetros do indicador de serem usados como referência para outras áreas?	5
Síntese	Permite a formulação de critérios que reúnem vários atributos do ecossistema ou área, possibilitando uma análise única de várias características ou estados das áreas foco.	Qual a capacidade do indicador de reunir e expressar os atributos/características do ecossistema/fragmento do entorno da área?	3
		Total	32

O percentual de sobrevivência na ação da restauração ecológica foi de fácil mensuração e interpretação. A análise dos valores obtidos provenientes das 522 mudas plantadas chegou ao início das que morreram ao longo dos 24 meses, resultando em dados compreensíveis e sensíveis aos fatores envolvidos. O baixo custo do indicador sobrevivência advém do rápido monitoramento das mudas em campo.

Outro aspecto do indicador é capaz de indicar previsibilidade ou tendências das alterações no ambiente ao longo dos 24 meses, como fatores climáticos e do solo.

O aspecto escala apresenta valores ou parâmetros claros em relação à sobrevivência, que pode ser aplicado como referência.

O ponto mediano da análise da eficiência dos indicadores de sobrevivência foi o aspecto síntese (Quadro 4.3). O aspecto síntese poderá reunir vários atributos do ecossistema ou da área em estudo, que possibilita uma formulação para análise das características da área em estudo.

Assim, esse indicador é recomendado para ser usado em outras situações que visam à análise da ação da restauração ao longo do tempo.

4.4 CONCLUSÃO

Após 24 meses de plantio das mudas, o percentual da sobrevivência foi de 80% e 89% respectivamente para a T1 (Nucleação) e T2 (Linha de recobrimento e linha de diversidade) sem as arbustivas. Com as arbustivas a sobrevivência foi de 40% e 82% respectivamente para a T1 (Nucleação) e T2 (Linha de recobrimento e linha de diversidade).

Das 17 espécies estudadas, 15 espécies tiveram sobrevivência alta, durante os 24 meses de monitoramento, sendo que podem ser recomendadas para a restauração de matas ripárias no Cerrado.

As espécies arbustivas (*M. chamissois* e *Tococa formicaria*) mesmo tendo uma sobrevivência baixa, são fundamentais no experimento pela atração da fauna, dentro dos 24 meses essas espécies floresceram e frutificaram.

A análise da taxa de sobrevivência mostrou ser um bom indicador, de fácil manuseio, com respostas rápidas, que pode ser indicada para o agricultor como uma ferramenta de fácil interpretação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTEZANA, F.L. (2008). Crescimento inicial de 15 espécies nativas do Bioma Cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem em Planaltina - DF. (Dissertação Mestrado em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 84p.
- ARTIOLI, C.G. (2011). Uso de biomantas na revegetação de um fragmento de Mata de Galeria no Jardim Botânico de Brasília, DF: sobrevivência e desenvolvimento de mudas. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais), Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 51p.
- BARRELA, W.; PETRERE JR, M.; SMITH, W.S.E.; MONTAG, L.F.A. (2000). As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Ed.). Matas Ciliares: conservação e recuperação. EDUSP, São Paulo. p. 187-207.
- BORDINI, M. C. P. (2007). Manejo da regeneração natural de vegetação de cerrado, em áreas de pastagem, como estratégia de restauração na Fazenda Santa Maria do Jauru, município de Porto Esperidião, MT. (Dissertação Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 92p.
- CABRAL, E. L., BARBOSA, D. D. A., & SIMABUKURO, E. A. (2004). Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. *Acta botanica brasílica*, 18(2), 241-251.
- CORONADO, M. H. E., ROMO, R. L. C., CERECEDO, M. S., CASTILLO, A. M., MÁRQUEZ, M. H. R., & CASTRO, J. J. (2002). Emergencia y sobrevivencia de gramíneas inoculadas con biofertilizantes en condiciones de invernadero. *Técnica Pecuária en México*, Ciudad de México, 42(3), 459-475.

- CORTES, J. M. (2012). Desenvolvimento de espécies nativas do Cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação, Planaltina-DF. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 89p.
- DAVIS, A.S.; JACOBS, D.F. (2005). Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, Dordrecht, v. 30, p.295-311.
- CORRÊA, R. S.; CARDOSO, E.S. (1998). Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. (Orgs.). *Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado*. Paralelo 15, Brasília – DF, p.101-116.
- CURY, R. T. S. (2011). Manual para restauração florestal: florestas de transição / Roberta T. S. Cury, Oswaldo Carvalho Jr. - Belém : IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia,. - (Série boas práticas ; v. 5)
- DEL-CLARO, K. & P.S. OLIVEIRA. (2000). Conditional outcomes in a neotropical treehopper-ant association: temporal and species-specific variation in ant protection and homopteran fecundity. *Oecologia*, 124:156-165.
- DUBOC, E.; GUERRINI, I.A. (2007). Crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de Matas de Galeria no domínio do Cerrado em resposta a fertilização. *Energia Agrícola*. Botucatu, v.22, n.1, p.42-60.
- DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. da, (1999). Recomposição de mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. *Scientia Florestalis*, 56:p.135 – 144.
- FELFILLI, M.F.; MENDONÇA, R.C.; WALTER, B.M.T.; JÚNIOR, M.S.C.; SILVA, M.A. (2001). Flora fanerogâmica das matas de galeria e ciliares do Brasil Central. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L.; Souza-Silva, J.C. (Ed.) *Cerrado - caracterização e recuperação de matas de galeria*. Vol.1. Planaltina, DF. p. 195-209.

- FONSECA, C.E.L. da; RIBEIRO, J.F. (1998). Produção de mudas e crescimento inicial de espécies arbóreas. In: Ribeiro, J.F. (ed.). Cerrado matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 164p.
- FONSECA, C. E. L.; RIBEIRO, J.F.; SOUZA, C. C. REZENDE, R.P. e BALBINO, V.K. (2001) Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudos de caso no Distrito Federal e Entorno In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J.C. Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. EMBRAPA - Cerrados, Planaltina-DF, 1ª Edição, 2001. p. 815-870.
- FONSECA, V. H. C.; (2011). Seleção de indicadores ecológicos para a avaliação de planos de restauração de áreas degradadas. (Dissertação Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação). Campus Sorocaba, Universidade de São Carlos, SP, 86p.
- FREITAS, V.L.O. (2012). Restauração de áreas degradadas pela extração de Ardósia, utilizando seus rejeitos no município de Papagaio, Minas Gerais. (Tese Doutorado em Ciências Biológicas). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 116p.
- GODINEZ-ALVAREZ, H., T. VALVERDE, and P. ORTEGA-BAES. (2003). Demographic trends in the Cactaceae. *Botanical Review* 69:173–203
- JUNIOR, G.F.; GALLO, Z.; SOSSAE, F. C. e CASTRO, M. C. A. A., (2009). Levantamento florístico de mata ciliar em áreas de extração de argila no Município de São Roque do Canaã – ES. *Revista Uniara*, v. 12, n. 2
- LACERDA, D.M.A.; FIGUEIREDO, P.S. (2009). Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. *Acta Amazonica*, v.39, p.295-304,
- LIMA, P.A.F. (2014). Eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária (fase de implantação), no Cerrado, Gama – DF. Dissertação de Mestrado em

Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 104p.

MANOLIADIS, O.G. (2002). Development of ecological indicators - a methodological framework using compromise programming. *Ecological Indicators*, v.2, p.169-176.

MARTINOTTO, F., MARTINOTTO, C., COELHO, M. D. F. B., DE AZEVEDO, R. A. B., & DE FIGUEIREDO, M. C. (2012). Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 47(1), 22-29.

MATTSSON, A. (1996). Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*, Dordrecht, v.13, p.223-248.

MELLO, M. O., & SILVA-FILHO, M. C. (2002). Interação planta-inseto: uma disputa evolutiva entre dois mecanismos de defesa distintos. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 14(2), 71-81.

MELO, V. G. Uso de espécies nativas do bioma Cerrado na recuperação de área degradada de Cerrado sentido restrito, utilizando lodo de esgoto e adubação química. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2006. 96p.

METZGER, J.P. (2002). Bases biológicas para definição de Reservas Legais. *Ciência Hoje*, v.31, p.183-184.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; LUCHIARI, C; PEREIRA, T. S. (2006). Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na Reserva Biológica de Poços das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguesia*, v. 57 p. 477-489.

MUNDIM, T.G. (2004). Avaliação de espécies nativas usadas na regeneração de áreas degradadas no Cerrado. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 100p.

- NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. (1997). Ecology of Interfaces: Riparian Zones. Annual Reviews in Ecological Systems, 28: 621-658.
- NAKAZONO, E., COSTA, M. C. D., FUTATSUGI, K., & PAULILO, M. T. S. (2001). Early growth of *Euterpe edulis* Mart. in different light environments. Brazilian Journal of Botany, 24(2), 173-179.
- OLIVEIRA, P.S., A.V.L. FREITAS.; K. DEL-CLARO. (2002). Ant foraging on plant foliage: contrasting effects on the behavioral ecology of insect herbivores, In: The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna (P.S. OLIVEIRA; R.J. MARQUIS) (Eds.). New York: Columbia University Press. p.287–305,
- OLIVEIRA, F.F. (2006). Plantio de espécies nativas e uso de poleiros artificiais na restauração de uma área perturbada de Cerrado sentido restrito em ambiente urbano no Distrito Federal, Brasil. (Dissertação Mestrado em Ciências Florestais), Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 124p.
- OLIVEIRA, F.F.; RIBEIRO, J.F. (2005). Sobrevivência e crescimento de espécies de Cerrado e de floresta em área de Cerrado degradado em Brasília, DF. In: 56º Congresso Nacional de Botânica, Curitiba. Anais... Curitiba.
- OLIVEIRA, M. C., PASSOS, F. B., RIBEIRO, J. F., AQUINO, F. G., OLIVEIRA, F. F., & SOUSA, S. R. (2015). Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. Revista Brasileira de Biociências, 13(1).
- PEIXOTO, C. P., CRUZ, T. V., & PEIXOTO, M. F. S. (2011). Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática. Enciclopédia Biosfera, 7, 51-76.
- POORTER, H. (2002). Plant Growth and Carbon Economy. Encyclopedia of life sciences.

- RESENDE, L.A.; PINTO, L.V.A. (2013). Emergência e desenvolvimento de espécies nativas em área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. *Revista Agrogeoambiental, Pouso Alegre, v.5, p. 37-48.*
- ROCHA, F.B. (2013). Avaliação do desenvolvimento inicial de espécies nativas do cerrado submetidas a quatro tipos de adubação na recuperação de área degradada na APA Gama e Cabeça de Veado, DF. (Bacharel em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 57p.
- RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (2009). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. LERF/Esalq: Instituto BioAtlântica, São Paulo. 264p.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. (1998). Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV, Departamento de solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de áreas degradadas, p.203-215.
- RODRIGUES, R.R. (2011). Large-scale ecological restoration of high diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management, v.261, p.1605-1613.*
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. (1998). Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV, Departamento de solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de áreas degradadas, p.203-215.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. (2004). Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Eds.) *Matas Ciliares Conservação e Recuperação*. EDUSP, v.1, p.235-247.

- SAMPAIO, J. C. S., PINTO, J. R. R. (2008). Critérios para Avaliação do Desempenho de Espécies Nativas Lenhosas em Plantios de Restauração no Cerrado. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(S1), pg-504.
- SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.) (2005). *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente.
- SILVA, J.C.S. (2007). *Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas, nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal*. (Dissertação Mestrado em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 120p.
- SILVA, L. C. R. (2007). *Dinâmica de transição e interações entre fitofisionomias florestais e formações vegetacionais abertas do bioma Cerrado*. Brasília-DF. 2007.. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília. 168p.
- SEGIP - The State Environmental Goals and Indicators Project. (1995). *Evaluation criteria*. In: BERGQUIST, G. et al. *Prospective indicators for state use in performance agreements*. Florida: SEGIP/Florida Center for Public. Management, p.6-7.
- SCOLFARO, J.R.S. (1998). *Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores*. Lavras: UFLA/FAEPE, 310.
- SCORIZA, R.N. (2009) *Serrapilheira como indicador ambiental aplicado na avaliação de fragmentos florestais em Sorocaba*. Monografia de conclusão de curso (Universidade Federal de São Carlos)- Sorocaba, p. 87.
- SOUTO, M. L. S. (2013). *Desenvolvimento inicial de 15 espécies florestais nativas, plantadas ao final do período chuvoso, em uma área degradada por extração e compactação de solo no Distrito Federal*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 102p.

- SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL (SER). (2004) Science and Policy Working Group. The SER International primer on ecological restoration. www.ser.org & Society for Ecological Restoration International, Tucson.
- SOUZA, C. C. (2002). Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais em plantios de recuperação de matas de galeria do Distrito Federal. Departamento de Engenharia Florestal. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.
- TONINI, H.; OLIVEIRA JUNIOR, M. M. C.; SCHWENGBER, D. (2008). Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. *Ciência Florestal*, 18(2): 151-158.
- VAN STRAALLEN, N.M. (1998). Evaluation of biotic systems derived from soil arthropod communities, *Applied Soil Ecology*, vol. 9, 429-437.
- WARD, J.S.; GENT, M.P.N.; STEPHENS, G.R. (2000). Effects of planting stock quality and browse protection-type on height growth of northern red oak and eastern white pine. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 127, p. 205-216.

5. CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE ALTURA INICIAL DE MUDAS NATIVAS DO CERRADO COMO INDICADOR PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E DO DESEMPENHO DAS ESPÉCIES

5.1 INTRODUÇÃO

A restauração é uma tentativa de retornar o ecossistema à sua trajetória histórica. Portanto, as condições históricas são o ponto de partida ideal para o planejamento da restauração. O ecossistema restaurado não irá necessariamente recuperar seu estado prévio, tendo em vista que as condições e limitações atuais podem ter causado seu desenvolvimento em uma trajetória alterada (SER, 2004). Considera-se que a reposição e o crescimento de plantas em ambientes de mata concorrem para a restauração da forma ou da fisionomia (FELFILI et al., 2002).

Diversos trabalhos têm avaliado o crescimento das mudas de espécies nativas no bioma Cerrado, como indicador do processo de restauração ecológica, tais como: SALGADO et al. (1998); FELFILI et al., 1999; MUNDIM, 2004; DUBOC, 2005; SILVA, 2007; ANTEZANA, 2008; GIOTTO, 2010; ARTIOLI, 2011; CORTES, 2012; SOUTO, 2013; LIMA, 2014. Esses estudos visam conhecer o comportamento das espécies para serem utilizadas em restauração ecológica. Desse modo o uso do indicador de crescimento das mudas poderá auxiliar na avaliação do experimento de restauração, mostrando as condições de cada espécie como reflexo das características da área em restauração.

A análise do crescimento das plantas consiste no modelo que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, para se quantificar o seu crescimento (MAGALHÃES, 1979). O crescimento das plantas depende do tipo de solo e de suas condições. O solo desempenha papel fundamental dentre os fatores que interferem na formação e entendimento das paisagens, fornecendo suporte mecânico, água e nutrientes para o estabelecimento e crescimento das plantas (FERREIRA, 2007).

Parâmetros físicos e químicos do solo importantes para o crescimento de plantas são controlados primariamente pela textura, que determina a superfície específica das partículas (PREVEDELLO, 1996). A estrutura do solo é condicionada principalmente pela sua textura, sendo um parâmetro fundamental na inferência do potencial de compactação, disponibilidade de água, aeração, condutividade do solo ao ar, à água e ao calor, infiltração

e da redistribuição de água (PREVEDELLO, 1996), esses fatores determinarão ou não o bom crescimento das plantas em função do tipo de solo e de sua conservação. Segundo ANDREOLA et al., (2000), considera que, de modo geral, o solo mantido em estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas adequadas ao crescimento normal das plantas.

Enquanto em ambientes extremos e estressantes a mortalidade tende a ser originada por fatores abióticos como o clima que tende a prejudicar o crescimento das plantas, em ambientes mais amenos, os fatores bióticos como competição e herbivoria têm maior influência na sobrevivência (FILIP, 1995). Também é destacado que características sucessionais das espécies influenciam na mortalidade dos indivíduos na fase inicial de crescimento (MOLOFSKY e FISHER, 1993).

Para adultos e plântulas das mesmas espécies os herbívoros parecem ser basicamente os mesmos, supondo a ideia que indivíduos adultos da população são potenciais fontes de herbívoros que atacam as plântulas. No entanto, nem sempre os predadores dominantes são os mesmos durante as fases de crescimento de um indivíduo (BARONE, 2000). Alguns estudos em pastagens mostram que em áreas abertas, muitas plantas morrem nos estágios iniciais de crescimento devido à alta taxa de herbivoria por insetos e mamíferos (MOORE et al., 1988).

Tanto o crescimento inicial da altura como a sobrevivência das espécies são influenciados pelos fatores abióticos e bióticos. Dentro desta premissa que em experimentos de restauração procura-se selecionar as espécies nativas de melhor desempenho para as condições ambientais da área. SAMPAIO e PINTO (2007) relacionaram a sobrevivência e o crescimento das espécies como fatores determinantes para a seleção de espécies. Porém, PILON e DURIGAN (2013) propõem que sejam analisados os parâmetros: incremento médio anual em altura, diâmetro de copa, taxas de sobrevivência e de herbivoria, suscetibilidade à geada e síndrome de dispersão de sementes.

Neste contexto, o objetivo deste capítulo foi avaliar o crescimento em altura das mudas de espécies nativas do Cerrado, como indicador de restauração ecológica, bem como analisar o desempenho das espécies estudadas, visando sugerir aquelas que poderão ser utilizadas em experimentos de restauração de matas ripárias no bioma Cerrado.

5.2 MATERIAL e MÉTODO

Área de estudo consta no material e métodos geral.

5.2.1 Indicadores de crescimento inicial em altura

Para a avaliação do crescimento em altura das 522 mudas plantadas, foram realizadas medidas semestrais durante 24 meses após o plantio. O primeiro monitoramento foi em janeiro de 2012, sendo esse o marco zero (0). A partir desta data, foram realizadas, semestralmente, cinco coletas de dados, finalizando em janeiro de 2014. As medidas (cm) foram feitas (com trena métrica) a partir do solo até a gema apical das mudas.

Para se avaliar o crescimento selecionou-se as mudas que sobreviveram todo o período de estudo (até janeiro de 2014) e aquelas que sobreviveram até julho de 2013, totalizando desta forma 131 mudas que se enquadraram nos critérios estabelecidos. A partir dos dados de crescimento dessas mudas calculou-se o incremento médio em altura, pela diferença entre o crescimento final e o inicial.

Para avaliar o incremento comparando o efeito entre os tratamentos Nucleação (T1) e Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade (T2), para cada um dos diferentes períodos, os dados foram submetidos ao teste não-paramétrico para amostras independentes U de Mann-Whitney.

Para a análise dos dados obtidos foi utilizado o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), para Windows, versão 9.1.3 (SAS (2009)).

Neste trabalho também avaliou-se o desempenho de cada espécie, durante 24 meses, com base no incremento médio em altura e nos percentuais de sobrevivência das espécies, conforme proposto por SAMPAIO e PINTO (2007). Plotou-se um gráfico de dispersão entre estes parâmetros e o mesmo foi dividido em quatro quadrantes, tomando-se como base a divisão do valor da média da sobrevivência das espécies estudadas no plantio. A categorização dos quadrantes foi feita a partir do desempenho das espécies (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Descrição das classes de desempenho das espécies, classificadas por quadrante a partir do gráfico de dispersão de sobrevivência e incremento médio em altura/espécie, no experimento de restauração ecológica no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

QUADRANTE	CLASSES	Desempenho das espécies
1°	Altamente Recomendável	Alta taxa de sobrevivência e alto incremento em altura
2°	Recomendável	Alta sobrevivência e baixo incremento em altura
3°	Não Recomendável	Não tem nenhum desempenho
4°	Recomendável com Restrições	Baixa sobrevivência e baixo incremento em altura

5.2.2 Análise de crescimento versus solo

Foi feito a análise de correspondência (AC) para avaliar se haveria relação entre o tipo de solo e o crescimento. Análise de correspondência foi usada por ser uma técnica de análise exploratória de dados adequada para analisar tabelas de duas entradas ou tabelas de múltiplas entradas, levando em conta algumas medidas de correspondência entre linhas e colunas. Neste trabalho as Linhas equivalem as espécies e as Colunas ao tipo de solo. A AC, basicamente, converte uma matriz de dados não negativos em um tipo particular de representação gráfica em que as linhas e colunas da matriz são simultaneamente representadas em dimensão reduzida, isto é, por pontos no gráfico. Este modelo permite estudar as relações e semelhanças existentes entre: a) as categorias de linhas e entre as categorias de colunas de uma tabela de contingência, b) o conjunto de categorias de linhas e o conjunto categorias de colunas.

5.2.3 Incidência de fatores bióticos

Os fatores bióticos analisados que podem ter influência na qualidade das mudas e no seu crescimento foram: herbivoria foliar, herbivoria caulinar, ausência de folhas, brotos e rebrotas no coleto caulinar. A incidência desses fatores foi estimada no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014. Em janeiro de 2012 foram realizadas as primeiras avaliações do estado das mudas, sendo esse o marco inicial (0). A partir desta data, foram realizadas cinco coletas de dados, após seis até 24 meses do plantio. Foi considerada como

broto a parte visível em estágios iniciais de crescimento do ramo, acima do coleto da planta. Rebrotou foi considerada como a brotação inicial de crescimento dos ramos abaixo do coleto da planta.

A porcentagem de incidências dos fatores foi obtida a partir das médias de frequência dos cinco monitoramentos. Dessa forma, foi realizada a análise de agrupamento a partir do modelo Ward (WARD, 1963), para o indicador crescimento em altura com os fatores bióticos avaliados. As distâncias euclidianas quadradas e os grupos foram extraídos utilizando-se como critério de definição os gráficos das distâncias de ligação nos sucessivos passos da análise de agrupamento. Após a identificação do conjunto de grupos para o crescimento em altura, os resultados dos fatores foram submetidos ao teste ANOVA ($p < 0,05$) para os três grupos de crescimento. A análise estatística foi realizada no software SPSS versão 19.0 (SPSS, 2001).

5.2.4 Avaliação do crescimento como indicador de restauração

Para avaliar o potencial do indicador ecológico para a restauração foi utilizado o enquadramento dos resultados em alguns aspectos descritos no modelo utilizado por Segip (1995) e Metzger (2002). Para avaliar esses aspectos e descritores propostos neste modelo, utilizou-se a escala de Likert em cinco níveis, cujo valor máximo é de 35, com isso permitiu uma análise mais ampla da utilização do regenerante como indicador de acordo com (SCORIZA et al, 2009), do menos eficiente (1) para o mais eficiente (5) seguindo os aspectos descritos no quadro 5.1. Esse modelo, que avalia a eficiência do indicador, faz uma análise temporal e espacial, sendo que alguns aspectos são locais e outros aspectos estão em escala de paisagem.

As notas atribuídas a cada indicador variam de 1 a 5 e categorizaram o grau de importância dos aspectos, deste modo: 1 (nenhum) - está nota atribuído ao aspecto nenhuma importância; 2 (pouco) - atribuído baixa importância; 3 (regular) - atribuído ao aspecto importância intermediária; para 4(boa) e 5 (excelente) atribuído aos aspectos alta prioridade, ou seja, aqueles que podem ser excelentes para a área em processo de restauração (Quadro 5.1).

Quadro 5.1: Aspectos e descritores atribuídos aos indicadores ecológicos para determinar sua eficiência em avaliar o estado de uma área e monitorar tendências adaptado de Segip (1995), Metzger (2002).

Aspectos	Descritores	Avaliação						Resultados
		Crítérios/Ponderação	Nenhum (a)	Pouco (a)	Regular	Boa (Bom)	Excelente	
Sensibilidade	Capaz de detectar alterações no ambiente e diferenças entre eles.	Qual a capacidade de ser afetado/influenciado pelo ambiente (análise ponderada do resultado)?						
Resultabilidade	Produz resultados mensuráveis.	Qual a facilidade e confiabilidade (precisão na mensuração)?						
Custo	Baixo custo de implantação.	Qual o custo relativo de implantação (ponderação homem/tempo)?						
Compreensão e interpretação	Capaz de ser compreendido e interpretado com facilidade.	Qual a facilidade de ser compreendido/interpretado pelo agricultor/homem de campo?						
Previsibilidade tendência ou	Indicam claramente tendências em resposta a alterações no ambiente ao longo do tempo, permitindo a avaliação e monitoramento.	Indicam tendências ou permitem fazer previsões ao longo do tempo (resultado avaliado e monitorado ao longo do tempo/análise ponderada)?						
Escala	Apresentam valores e parâmetros claros que podem ser aplicados como referência para avaliar o estado de cada área e suas alterações.	Qual a capacidade dos valores e parâmetros do indicador de serem usados como referência para outras áreas?						
Síntese	Permite a formulação de critérios que reúnem vários atributos do ecossistema ou área, possibilitando uma análise única de várias características ou estados das áreas foco.	Qual a capacidade do indicador de reunir e expressar os atributos/características do ecossistema/fragmento do entorno da área?						
		Total						

Para a classificação e seleção do melhor indicador criou-se três intervalos de eficiência ecológica do indicador (Tabela 5.2), com base nas avaliações dos aspectos e descritores adaptados de Segip (1995), Metzger (2002).

Tabela 5.2 – Classificação da eficiência ecológica do indicador.

Intervalo de Eficiência Ecológica do Indicador	Classificação da Eficiência
01 – 20	Baixo
21 – 27	Razoável
28 - 35	Excelente

5.3 RESULTADOS e DISCUSSÕES

Ao analisar o incremento da altura das 522 mudas plantadas de 17 espécies (janeiro de 2012 a janeiro 2014), apenas 131 mudas de 15 espécies puderam ser utilizadas para analisar o incremento médio anual (IMA). Em um ano após o plantio, o incremento médio anual foi de 27,4 cm para o T1 (Nucleação) e 22,2 cm para o T2 (Linha de recobrimento e linha de diversidade - LRLD). Após dois anos de plantio o IMA foi de 35,2 cm para o T1 e 44,4 para T2, esse tendo dobrando o incremento de um ano para o outro. Ao aplicar o teste de Wilcoxon independente, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos T1 e T2, para o primeiro ano ($p < 0,4175$; $p < 0,005$) e para o segundo ano ($p < 0,6431$; $p < 0,005$). O incremento médio anual da altura inicial mostra durante os monitoramentos a evolução de um ano para o outro (Figura 5.1).

O incremento médio anual da altura variou entre os tratamentos de um ano para o outro, no T1 foi maior para *Tapirira guianensis* tanto no primeiro ano como no segundo ano (60,6 cm e 97 cm, respectivamente) e no T2 foi maior no primeiro ano para *Maclura tinctoria* (34,3 cm) e *Tibouchina stenocarpa* (31,8 cm) e no segundo para *Inga laurina* (96 cm), *Tibouchina stenocarpa* (66,6 cm) e *Maclura tinctoria* (55,8 cm). O IMA diminuiu de um ano para o outro somente para *Miconia chamissois* (15,5 cm para 11,8 cm – T1) e *Calophyllum brasiliensis* (32,6 cm e 23,2 cm - T1 e no T2 18,1cm para 8,2 cm), as demais espécies tiveram aumento no incremento (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 Incremento médio anual (IMA) para o crescimento em altura (cm.ano⁻¹) no período de jan/12 a jan/14, Número de indivíduos (N) por espécie e tratamento T1 (Nucleação) e T2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade -LRLD) em experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.

ESPÉCIES	N Jan/13- Jan/12	IMA Jan/13 - jan/12	N Jan/14- Jan/13	IMA Jan/14 - Jan/13
T1 NUCLEAÇÃO				
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess	4	32,6	4	23,2
<i>Genipa americana</i> L.	6	13,8	5	34,3
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC) Mattos	2	23,2	2	28,7
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	3	23,2	3	28,7
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	31	15,5	15	11,8
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	5	26,1	5	27,1
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	9	60,6	9	97,0
<i>Tococa formicaria</i> Mart.	39	23,8	30	30,5
MÉDIA GERAL T1		27,4		35,2
T2 LRLD				
<i>Alibertia macrophylla</i> K. (Schum)	4	16,9	4	18,6
<i>Buchenavia tomentosa</i> Eichler	5	12,9	5	37,5
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess	4	18,1	4	8,2
<i>Copaifera langsdorfii</i> Desff.	3	20,8	3	28,2
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	3	20,7	3	96,0
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steud.	3	34,3	3	55,8
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn	7	31,8	7	66,6
MÉDIA GERAL T2		22,2		44,4

Ao se analisar os fatores que poderiam ter influenciado no crescimento das mudas verificou-se que o solo da área experimental, caracterizado como de acidez média (REATTO, 2014), não apresentou nenhuma relação entre o solo e o crescimento das mudas pela análise de correspondência. Em solos pobres e ácidos a nutrição das espécies é realizada pela decomposição da serapilheira (FELFILI et al, 2000).

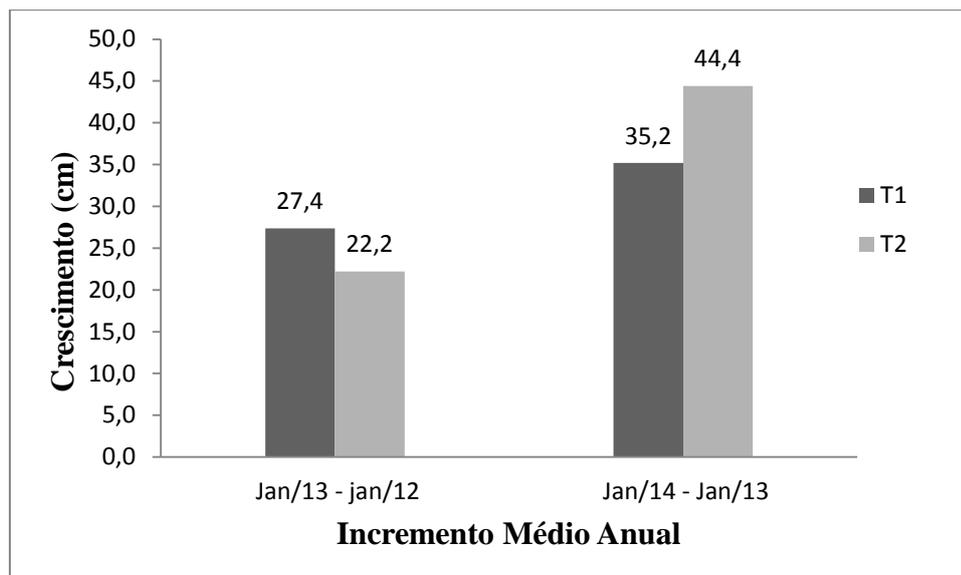


Figura 5.1 Evolução do incremento médio (IM) no período dos monitoramentos de jan/12 a jan/14, T1 (Nucleação) e T2 (Linha de Diversidade e Linha de Recobrimento) em experimento de restauração ecológica em mata ripária no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.

O crescimento de espécies lenhosas varia conforme o posicionamento dos indivíduos na topografia, competição por luz, nutrientes e umidade (FELFILI et al. 2000). Em condições naturais, quando a competição é pequena, algumas plantas jovens crescem em altura entre 0,50 cm e 1 m/ano. Com isso, várias espécies de mata ripária têm o potencial para crescer rapidamente quando liberada da competição que caracteriza o ambiente natural (FELFILI et al., 2000).

Das 17 espécies estudadas, três não apresentaram crescimento em altura *Aspidosperma parvifolium*, *Croton urucurana*, *Guazuma ulmifolia*. A espécie *Salacia elliptica* não apresentou crescimento em altura, no período estudado. Este fato pode ter sido por sua categoria sucessional (secundária tardia, ver Tabela 3.1 Material e Método Geral). *Croton urucurana* Baill, espécie pioneira, apresentou baixo crescimento, que pode estar associado a erros de medição em campo ou investimento no crescimento radicular. De acordo com FELFILI et al. (2000), os padrões de crescimento diferem entre as espécies, muitas investem em crescimento radicular e diamétrico nos primeiros anos e só então crescem em altura.

Feita a análise comparativa do percentual de crescimento com os parâmetros bióticos (herbivoria caulinar, sem folhas e herbivoria foliar) obtidos a partir das médias das avaliações da sanidade das mudas, três grupos foram formados, os quais tiveram médias de

seus resultados comparados, mostrando diferenças significativas entre os grupos para todas as variáveis analisadas (Figura 5.2 e Tabela 5.4).

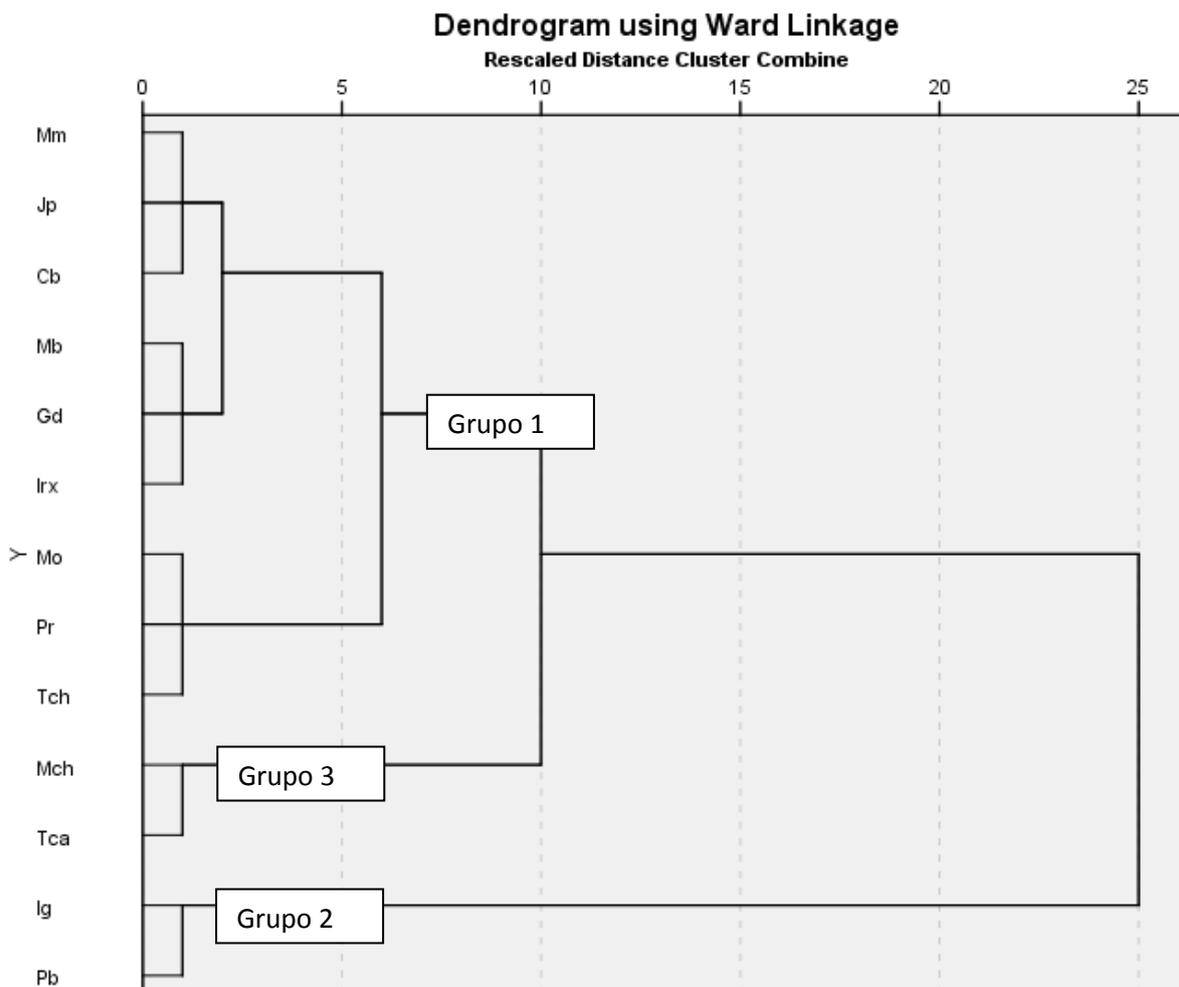


Figura 5.2. Dendrograma do percentual de crescimento médio em altura das mudas das espécies: *Buchenavia tomentosa* Eichler (Mirindiba = Mb); *Croton urucurana* Baill (Sangra-da-água = Sd); *Calophyllum brasiliensis* Cambess. (Guanandi = Gd); *Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud. (Moreira = Mo); *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Pororoca = Pr); *Alibertia macrophylla* (Schum.) (Marmelada-de-cachorro = Mm); *Genipa americana* L. (Jenipapo = Jp); *Cofaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba = Cb); *Guazuma ulmifolia* Lam. (Mutamba = Mt); *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos (Ipê roxo = Irx); *Aspidosperma parvifolium* A, DC (Guatambu = Gtb); *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ingá = Ig); *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (Quaresmeira = Tch); *Tapirira guianensis* Aubl. (Pau-pombo = Pb); *M. chamissois* Naudin (Miconia = Mch); *Tococa formicaria* Mart (Tococa = Tca). Em relação aos parâmetros bióticos (herbivoria caular e foliar e ausência de folhas) classificados pela análise de agrupamento, no Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina - DF.

O grupo 2 apresentou maior média de crescimento (142,90%) e foi possível observar as menores médias para sem folhas (0,40%) e para herbivoria caular (1,53%), no entanto, a segunda maior média foi para herbivoria foliar (23,63%) (Tabela 5.4). As espécies que pertencem a esse grupo são, *Tapirira guianensis* e *Inga laurina* são não pioneira (ver Tabela 3.1 Metodologia), mas tem um bom crescimento. As plantas

apresentam distintas estratégias de defesas para mitigar danos causados por herbivoria. As defesas vegetais foram evoluindo dentro do contexto ecológico, através das interações planta – herbívoro (GUARIGUATA e KATTAN, 2002).

Tabela 5.4. Comparação entre as médias de parâmetros dos grupos extraídos na análise de cluster no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Parâmetros %	Grupo 1 (n=09)	Grupo 2 (n=2)	Grupo 3 (n=2)	F	p valor
Herbivoria caulinar	7,31+-5,24	1,53+-0,98	30,10+-0,23	23,00	0,000
Sem folha	3,80+-3,31	0,40+-0,57	32,82+-7,72	51,11	0,000
Herbivoria foliar	17,34+-11,52	23,63+-5,14	47,08+-1,23	6,64	0,015
Crescimento	63,37+-19,53	142,90+-20,93	39,80+-18,67	16,67	0,001

*Diferença significativa entre as médias dos grupos pelo teste ANOVA ($p < 0,05$).

O grupo 1 é o segundo com a maior média de crescimento (63,37%). Neste grupo é possível observar a segunda menor taxa para o parâmetro sem folhas (3,80%) e para herbivoria caulinar (7,31%) e a menor média de herbivoria foliar (17,34%) (Tabela 5.4). As espécies que pertencem a esse grupo são: *Croton urucurana*, *Maclura tinctoria*, *Myrsine guianensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Handroanthus impetiginosus* e *Tibouchina stenocarpa* espécies pioneiras, *Buchenavia tomentosa*, *Genipa americana*, *Calophyllum brasiliensis* e *Copaifera langsdorffii* espécies não pioneiras, e *Aspidosperma parvifolium* e *Alibertia macrophylla* são espécies secundárias tardias (ver Tabela 3.1 Material e Método Geral).

O grupo 3 teve a menor média de crescimento (39,80%), mesmo sendo as espécies pioneiras: *Miconia chamissois* Naudin e *Tococa formicaria* Mart. (ver Tabela 1 Metodologia), mesmo tendo diferença significativa dos fatores bióticos nos grupos, constatou-se que nesse grupo foi maior a média de herbivoria caulinar (30,10%), sem folha (32,82%) e herbivoria foliar (47,08%), o que explica o menor crescimento destas espécies pioneiras (Tabela 5.4). São espécies que atraem a fauna dispersora de sementes para a área. Espécies de crescimento rápido, características de áreas perturbadas, tendem a possuir menos defesas químicas e a ser mais predadas do que aquelas tolerantes à sombra (COLEY, 1983; BRILHANTE, 1997). Da mesma forma, a herbivoria pode variar entre espécies pioneiras com e sem mecanismos de defesa biológicos, como associação com formigas (SANTAMARÍA et al., 1997).

De acordo com JULIÃO et al., (2002) a variação intraespecífica no grau de herbivoria é resultante de uma interação de diferentes processos, tais como associação com formigas e efeito da iluminação sobre a esclerofilia da folha e/ou sobre a composição de herbívoros no ambiente onde o indivíduo se encontra. A interação de tais processos é de grande importância para a avaliação do efeito da herbivoria sobre o sucesso da espécie em diferentes ambientes.

O efeito da herbivoria em uma planta pode ser proporcionalmente maior ou menor do que simplesmente a perda de área fotossintética. Dependendo da proporção de área foliar consumida, da idade das folhas e da planta, pode ocorrer compensação da eficiência fotossintética por parte das folhas remanescentes (HARPER, 1977). Por outro lado, se a herbivoria for intensa e a espécie não for capaz de alocar recursos para recompor a área perdida, o efeito sobre o crescimento, reprodução e a sobrevivência pode ser severo. Assim, a habilidade competitiva de uma planta pode ser consideravelmente reduzida se a área foliar ou radicular for danificada (GRIME, 1983; BEGON et al., 1990).

A diferença entre os resultados do crescimento em altura nas espécies no experimento foi principalmente em função das interações com os fatores abióticos. A partir dos parâmetros analisados e compreendidos foi possível avaliar a eficiência do crescimento como indicador de restauração ecológica. VAN STRALEN (1998) assegura que esta percepção dos resultados ambientais nos estágios iniciais garante o sucesso de um projeto de restauração. Também foi possível avaliar que o indicador em estudo conseguiu mostrar as condições ambientais existentes na área, um indicador ecológico integra peças discretas de informação representando a condição de recursos, a magnitude das tensões, à exposição de componentes biológicos ao estresse e impactos relacionados como características de um indicador (MANOLIADIS 2002).

Dentro deste contexto, foi analisada a eficiência da empregabilidade do crescimento como potencial indicador. O crescimento como indicador demonstrou ser sensível às alterações bióticas. Deste modo, as espécies plantadas no ambiente degradado possuíram, em geral, bom crescimento.

Ao se analisar o custo verificou-se que foi alto no monitoramento, com transporte, material, equipamentos, manejo da área e auxílios para a equipe de campo. Evidenciando que o crescimento não é um parâmetro econômico e nem prático, porque houve dificuldades na medição correta das alturas e na análise por dificuldade do avaliador técnico, na interpretação e entendimento dos resultados. Em síntese os pontos negativos

foram o custo, compreensão e entendimento, tendo vários dados coletados e descartados das análises por medições erradas.

Quanto ao aspecto previsibilidade ou tendência demonstra possuir previsibilidade, mesmo não utilizando todas as mudas, houve resposta ao indicador crescimento, pois das 522 mudas usou-se somente 131.

A avaliação da eficiência para o aspecto escala foi positivo pois avalia as condições do ambiente é possível que seja tendência para outros estudos de restauração ecológica em mata ripária. O aspecto síntese permite a formulação de critérios para o ecossistema, possibilitando análise de várias características da área de estudo, no entanto, neste trabalho foi mediano devido aos critérios proposto para a área.

Com base nos critérios estabelecidos para análise da eficiência do indicador, a nota atribuída foi de 24 (Quadro 5.2), sendo o crescimento classificado como um indicador razoável. Isso significa que sua aplicação como indicador pode ser aconselhável, mas com ressalvas conforme demonstrado neste trabalho. No entanto, para o agricultor é um indicador de difícil mensuração e não é de fácil entendimento. Segundo BELLOTTO et al., (2009) os níveis podem expressar a necessidade de práticas de manejo e a dificuldade de correções das condições adversas ao processo de restauração

Quadro 5.2 – Avaliação da eficiência crescimento como indicador de restauração ecológica através da escala de Likert (cinco níveis: 1 (nenhum); 2 (pouco); 3 (regular); 4 (bom) e 5 (excelente), adaptado de SEGIP (1995) e METZGER (2002), em experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Aspectos	Descritores	Avaliação	
		Critérios/Ponderação	Resultados
Sensibilidade	Capaz de detectar alterações no ambiente e diferenças entre eles.	Qual a capacidade de ser afetado/influenciado pelo ambiente (análise ponderada do resultado)?	5
Resultabilidade	Produz resultados mensuráveis.	Qual a facilidade e confiabilidade (precisão na mensuração)?	4
Custo	Baixo custo de implantação.	Qual o custo relativo de implantação (ponderação homem/tempo)?	1
Compreensão e interpretação	Capaz de ser compreendido e interpretado com facilidade.	Qual a facilidade de ser compreendido/interpretado pelo agricultor/homem de campo?	1
Previsibilidade ou tendência	Indicam claramente tendências em resposta a alterações no ambiente ao longo do tempo, permitindo a avaliação e monitoramento.	Indicam tendências ou permitem fazer previsões ao longo do tempo (resultado avaliado e monitorado ao longo do tempo/análise ponderada)?	5
Escala	Apresentam valores e parâmetros claros que podem ser aplicados como referência para avaliar o estado de cada área e suas alterações.	Qual a capacidade dos valores e parâmetros do indicador de serem usados como referência para outras áreas?	5
Síntese	Permite a formulação de critérios que reúnem vários atributos do ecossistema ou área, possibilitando uma análise única de várias características ou estados das áreas foco.	Qual a capacidade do indicador de reunir e expressar os atributos/características do ecossistema/fragmento do entorno da área?	3
		Total	24

A partir da análise do crescimento e da sobrevivência como indicadores, propõe-se a utilização dos dois parâmetros conjuntamente, pois para o sucesso de um experimento de restauração é essencial avaliar o desempenho das espécies, que pode ser analisado pela relação entre sobrevivência e crescimento conforme proposto por SAMPAIO e PINTO (2007). Neste estudo ao se analisar de forma complementar o desempenho das espécies, observou-se que as diferentes espécies se enquadraram nos distintos quadrantes, onde o ponto de divisão foi o valor da média da sobrevivência das espécies estudadas neste capítulo (78%). O resultado mostra que as espécies agruparam da seguinte forma: 1º quadrante, as espécies com alta taxa de sobrevivência e alto incremento em altura, 2º quadrante, as espécies com alta sobrevivência e baixo incremento em altura, 3º quadrante, não possui nenhuma espécie e no 4º quadrante, com baixa sobrevivência e baixo incremento em altura (Figura 5.3).

Na avaliação realizada aos 24 meses após o plantio as maiores taxas de sobrevivência foram para *Tapirira guianensis* Aubl e *Genipa americana* L, posicionadas na parte superior do gráfico (Figura 5.3). As menores taxas de sobrevivência foram para *Calophyllum brasiliensis* Camb, *Miconia chamissois* Naudin e *Tococa formicaria* Mart. A alta sobrevivência (100%) para a espécie *G. americana* também foi encontrada no trabalho de SAMPAIO e PINTO (2007). Por outro lado, DUBOC e GUERRINI (2007) mostraram baixa taxa de sobrevivência para *T. guianensis* (37,5%) e SOUZA (2002) encontrou sobrevivência intermediária para *T. guianensis* (58 a 62%) em três áreas de estudo.

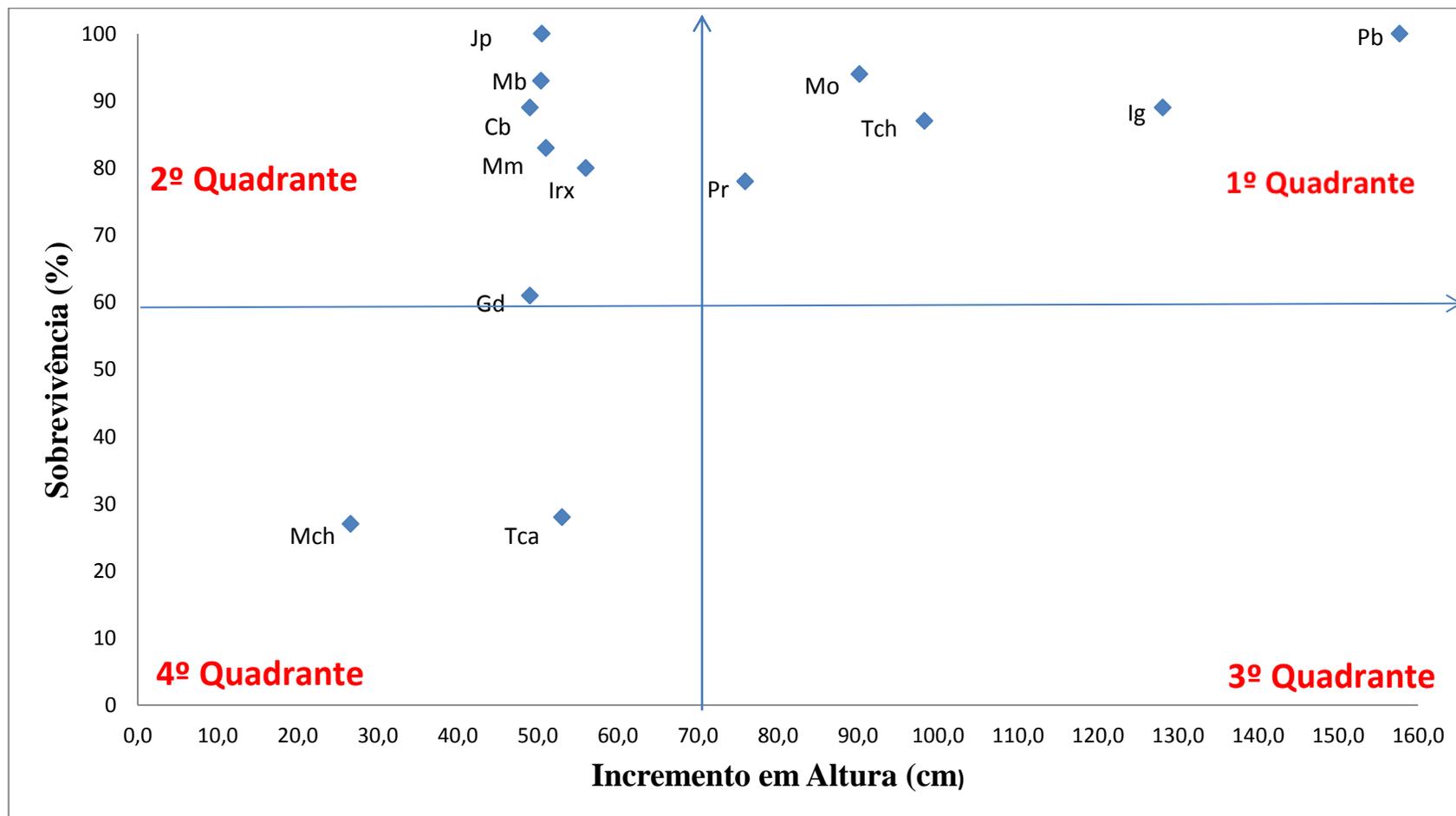


Figura 5.3: Diagrama de dispersão das espécies em função do incremento em altura e taxa de sobrevivência no período de 24 meses e a categorização do desempenho das espécies por quadrante, 1º quadrante, as espécies com alta taxa de sobrevivência e alto incremento em altura (*Maclura tinctoria* (L.) Don ex Steud. (Moreira = Mo), *Inga laurina* (Sw.) Willd. (Ingá = Ig), *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (Quaresmeira = Tch); *Tapirira guianensis* Aubl. (Pau-pombo = Pb), *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Pororoca = Pr)), 2º quadrante, as espécies com alta sobrevivência e baixo incremento em altura *Cofaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba = Cb), (*Genipa americana* L. (Jenipapo = Jp), *Alibertia macrophylla* (Schum.) (Marmelada-de-cachorro = Mm), *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos (Ipê roxo = Irx), *Buchenavia tomentosa* Eichler (Mirindiba = Mb)), 3º quadrante, não possui nenhuma espécie e no 4º quadrante, com baixa sobrevivência e baixo incremento em altura (*Calophyllum brasiliensis* Cambess. (Guanandi = Gd), *M. chamissois* Naudin (Miconia = Mch); *Tococa formicaria* Mart (Tococa = Tca), tabela (adaptado Sampaio e Pinto, 2007), no Núcleo Rural Tabatinga – Planaltina, DF.

As espécies que apresentaram altos valores no incremento em altura média e sobrevivência foram, *Tapirira guianensis* Aubl (157,7 cm), *Inga laurina* (Sw.) Willd (128,1 cm), *Tibouchina stenocarpa* (DC) Cogn (98,3 cm), *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud (90,2 cm) e *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (75,9 cm), que estão no 1º quadrante (Figura 5.2). Em relação à sobrevivência e incremento essas espécies citadas são altamente recomendáveis para plantio de restauração ecológica em mata ripária, com base nos critérios de SAMPAIO e PINTO (2007).

As espécies que foram classificadas como recomendáveis (2º quadrante) são *Handroanthus impetiginosus* (Mart, Ex DC) Mattos (56,0 cm), *Alibertia macrophylla* (Schum) (51,0 cm), *Genipa americana* L (50,5 cm), *Buchenavia tomentosa* Eichler (50,4 cm), e *Copaifera langsdorffii* Desf (49,0 cm) (Figura 5.2).

Embora, as espécies *Tococa formicaria* Mart (53,0 cm), *Calophyllum brasiliensis* Camb (49,0 cm), e *Miconia chamissois* Naudin (26,3 cm) estejam na classe recomendável com restrições (4º quadrante), com intermediário incremento em altura e baixa sobrevivência, são fundamentais para acelerarem a restauração por atraírem a fauna dispersora de sementes e, no caso das arbustivas, por fornecerem recursos para a fauna precocemente.

Os resultados de sobrevivência e crescimento auxiliam no processo de escolha das espécies, mas cabe ressaltar que cada área tem a sua particularidade que deve ser levada em consideração, assim como as exigências ecológicas de cada modelo, aliada as formas de manejo que deverão ser empregadas tanto para o controle da sobrevivência e do crescimento como para o sucesso do experimento.

Outros critérios devem ser considerados para se avaliar o desempenho das espécies como os de PILON & DURIGAN (2013): 1) capacidade de competir com as gramíneas (Incremento médio anual em altura e Incremento médio anual em diâmetro de copa); 2) Taxa de Sobrevivência; 3) Suscetibilidade à geada; 4) Frequência de herbivoria e 5) Síndrome de dispersão. Para a restauração ecológica esses critérios são essenciais para a escolha das espécies garantindo o bom desempenho dos plantios de restauração, bem como para diminuir os custos da restauração.

5.4 CONCLUSÃO

A análise do crescimento das espécies nativas do Cerrado estudadas demonstrou que estas espécies podem ser usadas em outros projetos de restauração ecológica.

Com o crescimento em altura das espécies arbóreas e arbustivas está acelerando o processo de restauração ecológica, pois dentro de 24 meses as espécies *M. chamissois*, *T. formicaria* e *T. guianensis* estão florescendo, com isso a fauna pode estar voltando para a área.

A avaliação da eficiência do indicador mostrou que o crescimento foi classificado como um indicador razoável, podendo ser usado em experimentos de restauração com ressalvas.

A análise do desempenho das espécies foi considerada alta (72%), podendo ser indicadas para a restauração de matas ripárias do Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. (2000). Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.24, 857-865.
- ANTEZANA, F.L. (2008). Crescimento inicial de 15 espécies nativas do Bioma Cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem em Planaltina - DF. (Dissertação Mestrado em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 84p.
- ARTIOLI, C.G. (2011). Uso de biomantas na revegetação de um fragmento de Mata de Galeria no Jardim Botânico de Brasília, DF: sobrevivência e desenvolvimento de mudas. (Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais), Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 51p.
- BARONE, J. A. (2000). Comparison of Herbivores and Herbivory in the Canopy and Understory for Two Tropical Tree Species¹. *Biotropica*, 32(2), 307-317.
- BEGON, M.; J. L. HARPER, C. R. TOWNSEND. (1990). *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications, Boston.
- BRILHANTE, S. H. C. (1997). Comparação do nível de herbivoria entre espécies de luz e sombra na família Melastomataceae em um floresta de terra firme na Amazônia Central. In: V Curso de Campo de Ecologia da Floresta Amazônica, pp. 302-307, C.A. Lima (org). INPA/Smithsonian Institution/OTS/UNICAMP, Manaus.
- COLEY, P. D. (1983). Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecol. Monogr.*, 209-233.
- CORTES, J. M. (2012). Desenvolvimento de espécies nativas do Cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação,

Planaltina-DF. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 89p.

CZERMAINSKI, A. B. C. Análise de Correspondência, 2004, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

DUBOC, E. (2005). Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado. (Tese Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômica. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 151p.

DUBOC, E., GUERRINI, I. A. (2007). Crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de matas de galeria no domínio do cerrado em resposta à fertilização. *Energia Agricola*, 22(1), 42. FELFILI, J. M., HILGBERT, L. F., FRANCO, A. C., SOUSA-SILVA, J. C., REZENDE, A. L., & NOGUEIRA, M. V. P. (1999). Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica*, 22(2), 297-301.

DURIGAN, G. (1990). Taxa de sobrevivência e crescimento inicial das espécies em plantio de recomposição da mata ciliar. *Acta boto bras.* 4(2).

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. (2000). Recuperação de matas de galeria. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 45 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 21).

FELFILI, J.M, SILVA JÚNIOR, M. C. (2001). Projeto biogeografia do bioma cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília.

- FELFILI, J. M., FAGG, C. W., DA SILVA, J. C. S., DE OLIVEIRA, E. C. L., PINTO, J. R. R., & RAMOS, K. M. O. (2002). Plantas da APA Gama e Cabeça de Veado: espécies, ecossistemas e recuperação. UNB. Departamento de Engenharia Florestal.
- FENNER, M. (1987). Seedling. *The New Phytologist*, 106:37-47.
- FERREIRA, I. D. M. (2007). Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas, SP (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental na Agricultura) – Pós-Graduação–IAC).
- FILIP, V. (1995). within and among year variation in the levels of herbivory on the foliage of trees from a Mexican tropical deciduous forest. *Biotropica*, v. 27, n. 1, p. 78-86.
- FILIP, Z. (2002). International approach to assessing soil quality by ecologically-related biological parameters. *Agriculture, ecosystems & environment*, 88(2), 169-174.
- GIOTTO, A. C. (2010). Avaliação do desenvolvimento dos componentes arbóreos e herbáceos na recuperação de áreas degradadas na bacia do Ribeirão do Gama, Distrito Federal. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília – DF. p. 101.
- GRIME, J. P. (1983). *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons, Chichester.
- GUARIGUATA, M. R., KATTAN, G. H. (2002). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Libro Universitario Regional.
- HARPER, J. L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- JULIÃO, G. R., MORALES, C. L. SOUZA, F. M. & NUNES, J. R. S. (2002). Influência da luz no grau de herbivoria em *Miconia cf. phanerostila* (Melastomataceae). In: *Ecologia da Floresta Amazônica: curso de campo 2002 2ª Edição*, pp. 78-81, Venticinque, E. & J. Zuanon (eds.). PDBFF/INPA, Manaus.

- LIMA, P.A.F. (2014). Eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária (fase de implantação), no Cerrado, Gama – DF. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 104p.
- MAGALHÃES A. C. N. (1979). Análise quantitativa do crescimento. In: *Fisiologia Vegetal*. São Paulo EPV/EDUSP, v.1 p. 331-350.
- MANOLIADIS, O.G. (2002). Development of ecological indicators - a methodological framework using compromise programming. *Ecological Indicators*, v.2, p.169-176.
- MARQUIS, R. J.; DINIZ, I. R. & MORAIS, H. C. (2001). Patterns and correlates of interspecific variation in foliar insect herbivory and pathogen attack in Brazilian cerrado. *Journal of Tropical Ecology* 17: 127-148.
- METZGER, J.P. (2002). Bases biológicas para definição de Reservas Legais. *Ciência Hoje*, v.31, p.183-184.
- MOLOFSKY, J., & FISHER, B. L. (1993). Habitat and predation effects on seedling survival and growth in shade-tolerant tropical trees. *Ecology*, 261-265.
- MOORE, L. V.; MYERS, J.H.; ENG, R. (1988). Western tentcaterpillars prefer the sunny side of the tree, but why. *Oikos*, v.51. p.321-326
- MUNDIM, T.G. (2004). Avaliação de espécies nativas usadas na revegetação da áreas degradadas no Cerrado. Monografia. Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal. Brasília. p.98.
- PILON, N. A. L., & DURIGAN, G. (2013). Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado Criteria to indicate priority species for the restoration of cerrado vegetation. *Sci. For.*, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 389-399

- PREVEDELLO, C.L. (1996). Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba: Saleswarddiscovery,. 446p.
- SALGADO, M. A. S., REZENDE, A. V., SOUSA-SILVA, J. C., FELFILI, J. M., & FRANCO, A. C. (1998). Crescimento inicial de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. em diferentes condições de sombreamento. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, 3.
- SAMPAIO, J. C. S., PINTO, J. R. R. (2008). Critérios para Avaliação do Desempenho de Espécies Nativas Lenhosas em Plantios de Restauração no Cerrado. Revista Brasileira de Biociências, 5(S1), pg-504.
- SANTAMARÍA, M., F. GOMES, P., DUTRA, G. F., MONTENEGRO, S. & LIMA, M. G. (1997). Variación interespecífica en la defensa anti-herbívoros en *Cecropia* spp. In: V Curso de Campo de Ecologia da Floresta Amazônica, pp. 37-41, C. A. Lima (org).
- SAS. Statistical Analysis System (1999). Software. Version 9.1. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc.,
- SAS Statistical Analysis System. (2009). SAS/STAT User's Guide. Release 9.1.3. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- SCORIZA, R.N. (2009) Serrapilheira como indicador ambiental aplicado na avaliação de fragmentos florestais em Sorocaba. Monografia de conclusão de curso (Universidade Federal de São Carlos)- Sorocaba, p. 87.
- SEGIP - The State Environmental Goals and Indicators Project. (1995).Evaluation criteria. In: BERGQUIST, G. et al. Prospective indicators for state use in performance agreements. Florida: SEGIP/Florida Center for Public. Management, p.6-7.
- SILVA, J.C.S. (2007). Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas, nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de cerrado sentido restrito no Distrito

Federal. (Dissertação Mestrado em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 120p.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL (SER). (2004) Science and Policy Working Group. The SER International primer on ecological restoration. www.ser.org & Society for Ecological Restoration International, Tucson.

SOUTO, M. L. S. (2013). Desenvolvimento inicial de 15 espécies florestais nativas, plantadas ao final do período chuvoso, em uma área degradada por extração e compactação de solo no Distrito Federal. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 102p.

SOUZA, C.C. (2002). Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais em plantios de recuperação de mata de galeria do Distrito Federal. Dissertação de mestrado. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 91p.

VAN STRAALLEN, N.M. (1998). Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, v.9, p.429-437.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S.; BORGES, J.D.; CASTRO, D.S.; SOUSA, D.M. MONTEIRO, M.M.; CALIL, F.N. (2013). Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de Cerrado no Distrito Federal. *Biosci. J*, v.29, p.143-151.

6. CAPÍTULO III: REGENERANTES DE ESPÉCIES NATIVAS COMO INDICADOR DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE MATA RIPÁRIA NO CERRADO, DF.

6.1 - INTRODUÇÃO

A regeneração natural em ambientes florestais é dinâmica, variável no espaço e no tempo, e é parte integrante do ciclo de desenvolvimento das florestas, assim, o conhecimento do potencial da regeneração natural de uma área e de seus fatores condicionantes é essencial para o sucesso de projetos de restauração ecológica de áreas degradadas (VENTUROLI et al., 2011; NETO et al., 2012). Por meio do estudo da regeneração natural, é possível obter a relação e a quantidade de espécies que constitui o seu estoque de regenerantes e realizar previsões sobre a trajetória sucessional da floresta (MARANGON et al., 2008).

A capacidade de regeneração natural de uma mata está intimamente ligada, principalmente, aos fatores ambientais como nível e tempo de perturbações, quantidade e qualidade do aporte de sementes presentes na camada superficial do solo (GANDOLFI et al., 2007) e na serapilheira, presença de fragmentos florestais no entorno (DARONCO et al., 2013), grau de degradação do solo, condições favoráveis à germinação, desenvolvimento das plantas (MARTINS, 2009) e presença de espécies exóticas invasoras (PILON; DURIGAN, 2013). Todos esses fatores atuam como filtros catalisadores e ou reguladores da dispersão de sementes e do estabelecimento das espécies (BAYLÃO JUNIOR et al., 2013) e, conseqüentemente, determinarão a capacidade de restauração ecológica de uma área degradada (RODRIGUES, 2007).

A resiliência (capacidade de recuperação) da ciclagem de nutrientes nos ecossistemas é fundamental para o sucesso da restauração (MITCHELL et al., 2000). Com alta resiliência, os nutrientes acrescidos ao solo durante o processo de formação da serapilheira nos primeiros anos de sucessão, ou após um plantio, permanecem no sistema e aumentam a probabilidade desse sistema progredir para estágios sucessionais mais avançados (MORAES et al., 2008).

Alguns indicadores de restauração recomendados são: densidade de indivíduos de menor porte e maior porte, mortalidade de espécies, presença de espécies arbóreas, arbustivas e lianas invasoras e a quantificação de indivíduos regenerantes provenientes da regeneração natural (SEMA, 2009; RODRIGUES et al., 2011). Esses parâmetros são

importantes para a avaliação do sucesso de experimentos de restauração ecológica (RODRIGUES et al., 2009; SEMA, 2009).

No processo de restauração, BELLOTTO et al. (2009) afirmaram que, na Mata Atlântica, o parâmetro regenerante é um excelente indicador, refletindo a atuação dos processos ecológicos na dinâmica florestal, como na dispersão e chuva de sementes, composição e germinação do banco de sementes e recrutamento de indivíduos da população.

Alguns trabalhos de restauração ecológica no Cerrado evidenciam o uso dos regenerantes como indicador, por exemplo, os de VIEIRA e SCARIOT (2006), SAMPAIO (2009), MARTINS (2009), VENTUROLI et al., (2011), SOUSA et al., (2013), LIMA (2014), PACHÊCO (2014). Este indicador é bastante utilizado na Mata Atlântica (BELLOTTO, 2009, GANDOLFI et al., 2007, MARAGON et al., 2008).

Dentro deste contexto, neste capítulo avaliou-se: 1) a suficiência amostral para levantamentos dos regenerantes e 2) os regenerantes como indicador de restauração ecológica, no Núcleo Rural Tabatinga – Planaltina, DF.

6.2 – MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo consta no material e métodos geral.

6.2.1 Indicador cobertura de regenerantes

Para avaliar os regenerantes (plântulas e indivíduos jovens provenientes da regeneração natural das espécies nativas) como indicador do processo de restauração ecológica, primeiramente, foi analisada a suficiência amostral. Assim, foi comparada a densidade de regenerantes na área da diagonal com a densidade de regenerantes na área da parcela toda. Posteriormente, foi avaliada a cobertura de regenerantes entre os tratamentos: T1 - Nucleação, T2 – Linha de recobrimento e linha de diversidade e T3 – Controle (Tabela 6.1).

A densidade de regenerantes foi obtida pelo levantamento do número de indivíduos por metro quadrado, e marcados em campo com placa identificadora.

6.2.1.1 Representatividade da densidade de regenerantes – suficiência amostral

As avaliações da densidade média nas parcelas e nas diagonais foram realizadas semestralmente durante os 24 meses, iniciando-se em janeiro de 2012, perfazendo um total de 5 avaliações. Na avaliação da representatividade parcela/diagonal, realizou-se o levantamento do número de regenerantes dentro de todas as parcelas/tratamento e dos indivíduos presentes somente na diagonal. Cada diagonal é proporcional ao tamanho da parcela de cada tratamento (Tabela 6.1 e Figura 6.1).

Tabela 6.1 – Áreas das parcelas e respectivas áreas amostrais das diagonais dos três tratamentos no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga – Planaltina - DF.

Tratamentos	Área da parcela/m ²	Área diagonal/m ²
Nucleação: modelo de Anderson (T1)	484	123
Linha de Recobrimento e Diversidade (T2)	441	117
Controle (T3)	441	117

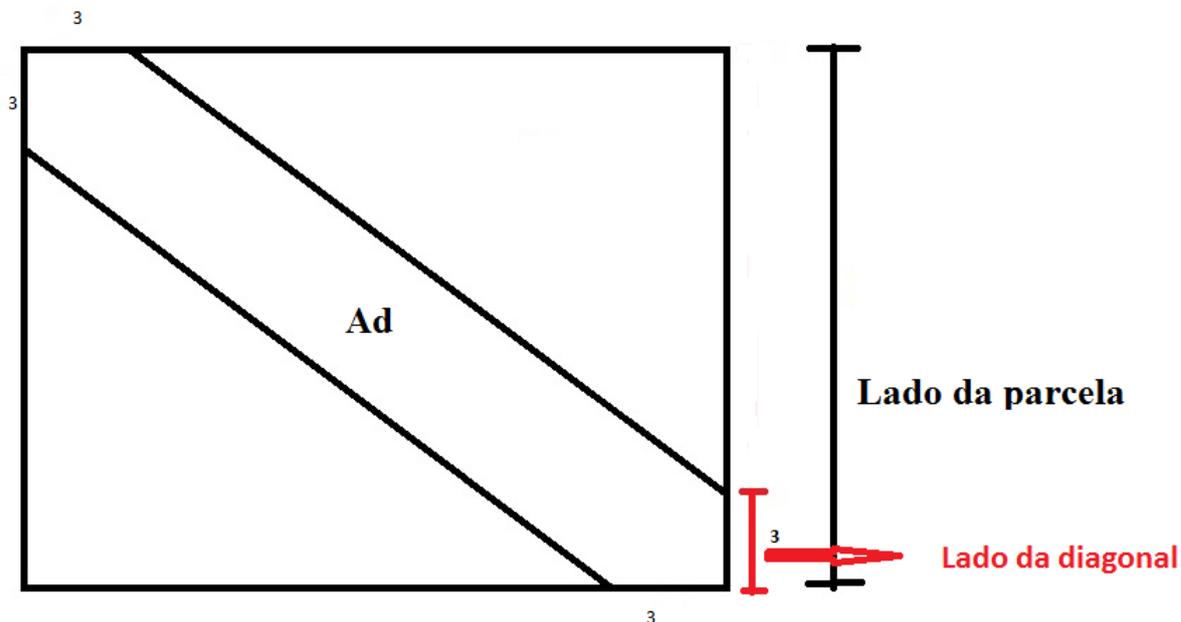


Figura 6.1 – Representação esquemática da parcela amostral, evidenciando a área da diagonal (Ad) traçada para avaliação dos regenerantes nos três tratamentos do experimento de restauração ecológica de mata ripária, Núcleo Rural Tabatinga - Planaltina – DF.

Com esta coleta de dados, foi possível avaliar a representatividade da diagonal, através da análise de equação linear ($y = a.x + b$) dos dados de cada monitoramento (ZIMMERMANN, 2004).

Onde:

y = representa a densidade média da parcela

a = intercepto

b= coeficiente angular

x = representa a densidade média da diagonal

Através da estatística descritiva e do coeficiente de correlação de Pearson, conforme descrito SHIMAKURA (2006), foi possível avaliar esta correlação. Essa mesma autora afirma que quanto mais a variável independente (x) se aproximar de 1, mais representativo ele é considerado.

Para avaliar a possível existência de diferenças significativas entre os tratamentos T1: Nucleação: modelo de Anderson, T2: Linha de diversidade e Linha de Preenchimento e T3: Controle, para a representatividade da parcela, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, para amostras independentes, ao nível de significância de 5%. Por razão dos elementos da amostra não terem comportamento compatível com a distribuição normal foi adotado o teste não paramétrico (SIEGEL e CASTELLAN JR., 2006). Para a análise dos dados obtidos foi utilizado o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), para Windows, versão 9.1.3 (SAS).

6.2.1.2 Comparação da cobertura de regenerantes entre tratamentos

O monitoramento da cobertura dos regenerantes foi realizado, semestralmente, de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, para a análise do incremento anual. A cobertura dos regenerantes foi obtida a partir do modelo de Braun-Blanquet (1979), assim como das demais variáveis (graminóides, remanescentes, invasoras, regenerantes, solo exposto e lianas). O incremento médio da cobertura foi realizado a partir da diferença da cobertura final e inicial, multiplicada por 100% e dividido pela cobertura inicial, conforme metodologia aplicável para o modelo de BRAUN-BLANQUET 1979.

$$Im(\%) = \frac{CF - CI}{CI} \times 100$$

Onde:

Im = Incremento médio (%)

CF = Cobertura final

CI = Cobertura inicial

Foi calculado a média do semestre que é a diferença do semestre para cada tratamento.

$$\bar{X}_{trat} = \sum_{i=1}^n trat\ i$$

Onde:

n = total de réplicas (amostra parcela)

trat i = parcela A + parcela B + parcela C

i = réplicas

Para o cálculo da média cobertura anual dos regenerantes que significa a diferença entre as médias a cada semestre.

$$X_{\Delta_{cobAno}} = \frac{(\Delta_1 \text{ médsem2} - \text{médsem1}) + (\Delta_2 \text{ médsem3} - \text{médsem2})}{2}$$

A fórmula acima pode ser resumida em:

$$\bar{X} = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$$

Onde:

$\Delta_1 = \bar{X}_{\text{final}} (\text{jul}/12) - \bar{X}_{\text{inicial}} (\text{jan}/12)$: correspondente ao 1º semestre

$\Delta_2 = \bar{X}_{\text{final}} (\text{jan}/13) - \bar{X}_{\text{inicial}} (\text{jul}/12)$: correspondente ao 2º semestre

Para o cálculo bianual foi utilizado essa fórmula para chegar na cobertura de dois anos.

$$\bar{X} \Delta cobBianual = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta cobAno1}{n}$$

Onde:

i = ordenação do ano

n = número total de ano

Pode ser entendido por:

$$\bar{X} \Delta_{cobBianual} = \frac{\bar{X} \Delta_{cobAno1} + \bar{X} \Delta_{cobAno2}}{2}$$

Para verificar quantas vezes o incremento aumentou no período de 2 anos de janeiro de 2012 a janeiro de 2014.

$$Variação da Cobertura = \frac{\bar{X} cobFinal}{\bar{X} cobInicial} - 1$$

6.2.1.3 Análise de Kruskal Wallis

Para avaliar a possível existência de diferenças significativas entre os tratamentos T1: Nucleação: modelo de Anderson, T2: Linha de diversidade e Linha de Preenchimento e T3: Controle, para cada uma das seguintes variáveis: Cobertura 2 anos e Cobertura 1 ano, Incremento 2 anos e Incremento 1 ano, considerando o período de janeiro de 2012 a janeiro de 2014, foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, para amostras independentes, ao nível de significância de 5%. Por razão dos elementos da amostra não terem comportamento compatível com a distribuição normal foi adotado o teste não paramétrico (SIEGEL e CASTELLAN JR., 2006). Para a análise dos dados obtidos foi utilizado o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), para Windows, versão 9.1.3 (SAS).

6.2.1.4 Avaliação do indicador de restauração

Para avaliar o potencial do indicador ecológico para a restauração foi utilizado o enquadramento dos resultados em alguns aspectos descritos no modelo utilizado por Segip (1995) e Metzger (2002). Para avaliar esses aspectos e descritores propostos neste modelo, utilizou-se a escala de Likert em cinco níveis, cujo valor máximo é de 35, com isso permitiu uma análise mais ampla da utilização do regenerante como indicador de acordo com (SCORIZA et al, 2009), do menos eficiente (1) para o mais eficiente (5) seguindo os aspectos descritos no quadro 6.1. Essa metodologia, que avalia a eficiência do indicador, faz uma análise temporal e espacial, sendo que alguns aspectos são locais e outros aspectos estão em escala de paisagem.

As notas atribuídas a cada indicador variam de 1 a 5 e categorizaram o grau de importância dos aspectos, deste modo: 1 (nenhum) - está nota atribui ao aspecto nenhuma importância; 2 (pouco) - atribui baixa importância; 3 (regular) - atribui ao aspecto importância intermediária; para 4(boa) e 5 (excelente) atribui aos aspectos alta prioridade, ou seja, aqueles que podem ser excelentes para a área em processo de restauração (Quadro 6.1).

Quadro 6.1: Aspectos, descritores e avaliação atribuídos aos indicadores ecológicos para determinar sua eficiência em avaliar o estado de uma área e monitorar tendências, adaptado de Segip (1995), Metzger (2002).

Aspectos	Descritores	Avaliação						Resultados
		CrITÉrios/Ponderação	Nenhum (a)	Pouco (a)	Regular	Boa (Bom)	Excelente	
Sensibilidade	Capaz de detectar alterações no ambiente e diferenças entre eles.	Qual a capacidade de ser afetado/influenciado pelo ambiente (análise ponderada do resultado)?						
Resultabilidade	Produz resultados mensuráveis.	Qual a facilidade e confiabilidade (precisão na mensuração)?						
Custo	Baixo custo de implantação.	Qual o custo relativo de implantação (ponderação homem/tempo)?						
Compreensão e interpretação	Capaz de ser compreendido e interpretado com facilidade.	Qual a facilidade de ser compreendido/interpretado pelo agricultor/homem de campo?						
Previsibilidade ou tendência	Indicam claramente tendências em resposta a alterações no ambiente ao longo do tempo, permitindo a avaliação e monitoramento.	Indicam tendências ou permitem fazer previsões ao longo do tempo (resultado avaliado e monitorado ao longo do tempo/análise ponderada)?						
Escala	Apresentam valores e parâmetros claros que podem ser aplicados como referência para avaliar o estado de cada área e suas alterações.	Qual a capacidade dos valores e parâmetros do indicador de serem usados como referência para outras áreas?						
Síntese	Permite a formulação de critérios que reúnem vários atributos do ecossistema ou área, possibilitando uma análise única de várias características ou estados das áreas foco.	Qual a capacidade do indicador de reunir e expressar os atributos/características do ecossistema/fragmento do entorno da área?						
		Total						

Para a classificação e seleção do melhor indicador criou-se três intervalos de eficiência ecológica do indicador (Tabela 6.2), com base nas avaliações dos aspectos e descritores adaptados de Segip (1995), Metzger (2002).

Tabela 6.2 – Classificação da eficiência ecológica do indicador.

Intervalo de Eficiência do Indicador	Classificação da Eficiência
01 – 20	Baixa
21 – 27	Razoável
28 - 35	Excelente

6.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1 - REPRESENTATIVIDADE DA DENSIDADE DOS REGENERANTES

A densidade média (ind/m²) de regenerantes na área da diagonal não representou a área da parcela como um todo (Tabela 6.3 e Figura 6.1). É importante rever os protocolos de monitoramento para avaliar se são os mais indicados/representativos do processo de restauração. Conforme o Pacto da Mata Atlântica, 2011, o protocolo de monitoramento diz que a avaliação e o monitoramento de projetos de restauração, é importante considerar que para as diferentes etapas do processo de recuperação, são necessários diferentes avaliações, que permitam a confirmação das ações de restauração implantadas em uma determinada área está de fato promovendo a sua restauração.

Tabela 6.3 – Densidade média de regenerantes nas parcelas e nas respectivas diagonais avaliadas em relação aos tratamentos, de janeiro de 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Tratamento	Regenerantes/m ²									
	jan/12		jul/12		jan/13		jul/13		jan/14	
	Parcela	Diagonal	Parcela	Diagonal	Parcela	Diagonal	Parcela	Diagonal	Parcela	Diagonal
T1	0,16	0,12	0,25	0,07	0,24	0,18	0,27	0,22	0,35	0,37
T2	0,38	0,08	0,37	0,37	0,54	0,50	0,28	0,46	0,69	0,62
T3	0,48	0,64	0,67	0,71	1,63	2,09	2,37	2,74	1,60	2,36

T1 = Nucleação modelo de Anderson 3x3; T2 = linha de recobrimento e linha de diversidade; T3 = Controle.

Ao longo do tempo, no processo de monitoramento, observou-se aumento da densidade de indivíduos (ind/m^2) uma evolução da representatividade da diagonal em relação à parcela (Tabela 6.3). O período que apresentou alto coeficiente de determinação foi em jan/13 e jul/13 , ou seja, maior relação linear da representatividade entre a parcela e a diagonal. A evolução da densidade dos regenerantes é mostrada nos tratamentos (Figura 6.2). Estes resultados mostraram que a diagonal da parcela pode vir a representar a área da parcela toda após dois anos da implantação do experimento, quando há um aumento do número de regenerantes a serem avaliados.

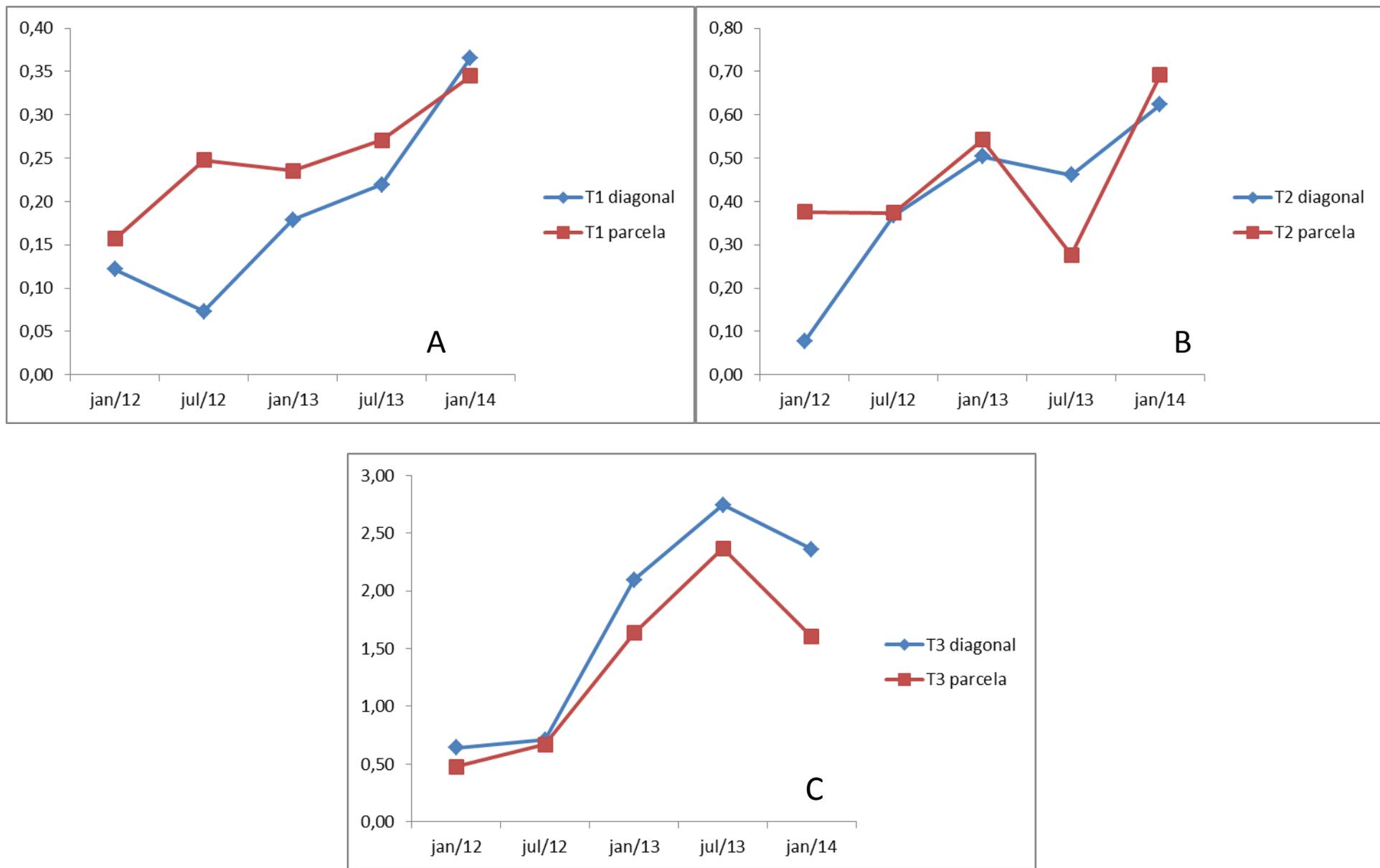


Figura 6.2 Evolução da densidade de regenerantes da parcela e da diagonal nos tratamentos: A: T1 (Nucleação), B: T2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade) e C: T3 (Controle), de jan/ 2012 a jan/ 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

O aumento na densidade média de regenerantes ao longo dos dois anos de avaliação (Tabela 6.3 e Figura 6.2) reflete a atuação dos processos ecológicos na mata ripária, como: a dispersão e a chuva de sementes que podem ter chegado pela fauna ou por vento de fragmentos adjacentes, bem como a germinação do banco de sementes e consequente recrutamento de indivíduos à população. As diferenças nos monitoramentos de densidade de regenerantes podem ser em virtude de alguns indivíduos morrerem por causa da seca ou por serem de espécies não anuais. Segundo STEVEN (1994) e LIEBERMAN (1996), as diferenças de densidade de regenerantes nos tratamentos podem ser agravadas quando as espécies em estudo não são anuais. Esses autores afirmam que devido a este recrutamento esporádico, ou em longos intervalos de tempo, justifica a perda de densidades dos regenerantes em alguns meses dos monitoramentos.

A regeneração reflete os processos dinâmicos da sucessão vegetal, sendo um indicio de que áreas com maior densidade de regenerantes apresentam maior composição de banco de sementes, resultando na maior germinação das espécies (RODRIGUES et al., 2009). A flutuação do número de regenerantes entre diferentes períodos foi devido a mortalidade de alguns indivíduos.

A densidade de indivíduos regenerantes também foi avaliada por VIANI e RODRIGUES (2008), em uma Floresta Estacional Semidecidual em recuperação, aos seis, 12 e 18 meses de avaliação. Os dados apresentaram redução no número de indivíduos nos monitoramentos, em relação ao número médio de espécies por parcela, em nenhum período de avaliação houve interação entre os ambientes (borda e interior do remanescente florestal) e os tratamentos. Mostrando que neste estudo no marco zero foi baixa a densidade, como esperado e houve aumento nos monitoramentos seguintes, exceto no final (jan/2014), no T3 onde teve um declínio em virtude, provavelmente, por uma subestimação na hora da amostragem (Figura 6.3).

A densidade de plantas/hectare amostradas nas parcelas, na área em processo de restauração, houve diferença significativa $p < 0,05$ para os tratamentos T1 e T2, (Tabela 6.4 e Figura 6.3). Como a área está no processo inicial de restauração (24 meses) espera-se ter mais aumento na densidade de regenerantes nos próximos monitoramentos. Segundo SUGANUMA e DURIGAN (2015) a densidade de regenerantes é o indicador mais direto da resiliência em restauração, no entanto, estas variáveis não podem ser avaliadas, nos primeiros anos (cerca de cinco) após a restauração, por ter uma alta taxa de mortalidade dos regenerantes.

Tabela 6.4– Densidade média de regenerantes nas parcelas avaliadas em relação aos tratamentos, de janeiro de 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Tratamento	Regenerantes/ha				
	jan/12	jul/12	jan/13	jul/13	jan/14
	PARCELA	PARCELA	PARCELA	PARCELA	PARCELA
T1	1570,25	2479,34	2355,37	2706,61	3450,41*
T2	3764,17	3741,50	5419,50	2766,44	6916,10*
T3	4761,90	6689,34	16326,53	23673,47	16031,75ns

*diferença significativa $p < 0,05$ pelo teste de Kruskal - Wallis

Neste estudo, embora não existam grandes diferenças em densidade de regenerantes no período pós-implantação, os dados refletem as condições da área. Houve diferença significativa entre os tratamentos T1 e T2 ($p < 0,0495$; $p < 0,05$) (Tabela 6.4). Observou-se que os regenerantes mostram a capacidade de recuperação desta área, ou seja, a resposta da regeneração natural pós-implantação do experimento.

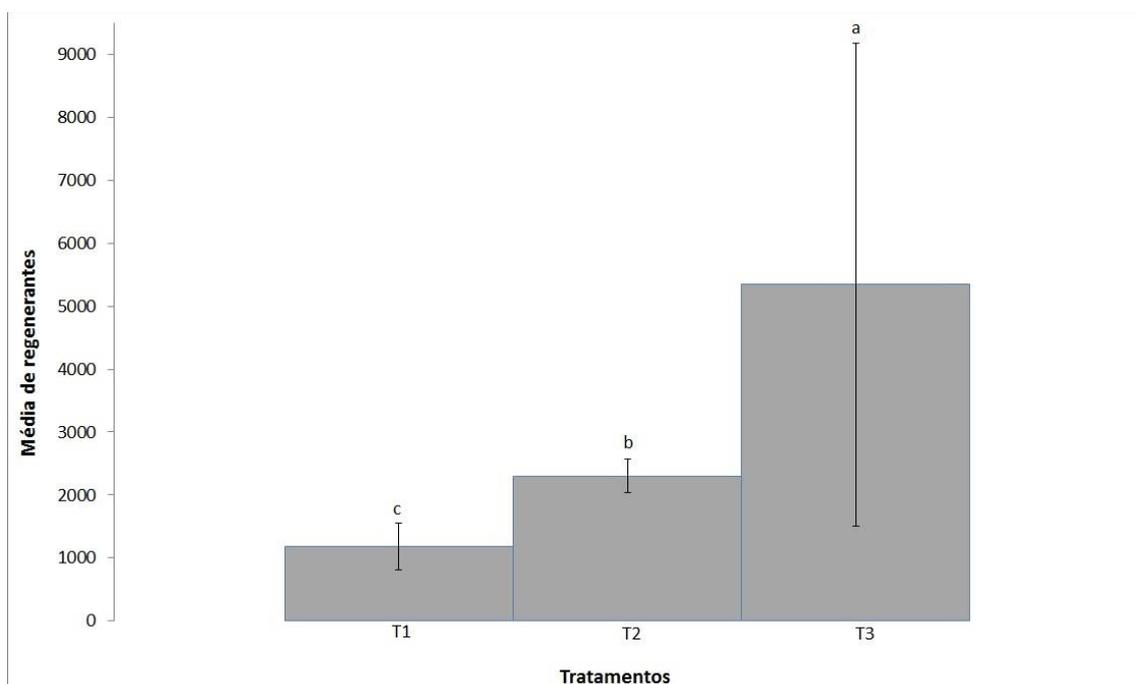


Figura 6.3 - Densidade média de regenerantes/hectare nas parcelas avaliadas em relação aos tratamentos, sendo c,b,a desvio padrão representando que foi significativo T1 e T2, de janeiro de 2012 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

6.3.2 - COMPARAÇÃO DA COBERTURA DOS REGENERANTES ENTRE TRATAMENTOS

A partir da análise não paramétrica (Kruskal Wallis) verificou-se que apenas o incremento da cobertura do tratamento T1 (94%) foi significativamente menor em relação aos demais tratamentos (T2 =196% e T3 = 248%, (Tabela 6.5). Pode ser que o manejo tenha influenciado nessa diferença, pois o tratamento T1 é em ilhas tendo um maior pisoteio durante o monitoramento. No segundo ano foi observado que a cobertura não foi significativamente diferente entre os tratamentos. No entanto, para o incremento houve diferença significativa apenas no tratamento T2 (114%), que foi menor que os demais (T1=273% e T3 = 232% Tabela 6.5).

Tabela 6.5 – Diferença de cobertura, média desvio padrão e incremento de regenerantes (%) nos diferentes tratamentos, nos ano 1 de (janeiro de 2012 a janeiro 2013), ano 2 (janeiro de 2013 a janeiro de 2014) e bianual (janeiro 2012 a janeiro 2014) no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF, 2014.

Tratamento	Regenerante %									
	Ano 1				Ano 2				Bianual	
	Δ Cobertura		Média e Desvio Padrão	Incremento	Δ Cobertura		Média e Desvio Padrão	Incremento	Incremento	Média e Desvio Padrão
	jan/12	jul/12			jan/13	jul/13				
	-	-		-	-					
	jul/12	jan/13		jul/13	jan/14					
T1	0,21	-0,38	2,58±0,12	94%*	5,85	-1,52	4,67±3,06	273%	256%	1,04±1,59
T2	0,14	2,07	3,4±1,56	196%	0,06	0,57	4,83±0,45	114%*	224%	0,71±0,56
T3	0,36	5,79	7,24±4,35	248%	4,86	8,75	17,12±9,62	232%	574%	4,94±2,64

*Diferença significativa $p < 0,005$ pelo teste Kruskal Wallis

Na análise bianual (2012 a 2014) mostra que não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas, ao se analisar o incremento no período de estudo, verificou-se o aumento gradual na cobertura de regenerantes em toda a área (Tabela 6.5). Este aumento expressa-se claramente ao se calcular a proporção em cada tratamento: no T1 foi de 1,56 vezes, no T2 de 1,24 e no T3 de 4,74 vezes (Figura 6.4). Tal fato pode estar relacionado à presença de fragmentos circundando toda área, aumentando igualmente o fluxo de diásporos (frutos e sementes) para a área em restauração. Desta forma, o aporte de sementes de espécies nativas é intenso e semelhante nos três tratamentos, o que refletiu no incremento na cobertura dos regenerantes ao longo dos dois anos. Isso mostra a importância dos fragmentos como fontes de propágulos para a área em processo de restauração, podendo abandonar-se a área e deixar que o ambiente volte naturalmente. O sucesso da restauração depende, principalmente, da proximidade da área com os fragmentos de mata, que favorecerá a regeneração natural (CAMPELLO, 1998; SOUSA et al., 2013).

A oferta de diásporos pode ser considerada fator limitante para a regeneração de determinadas áreas (HOLL, 1999; CLARK e POULSEN, 2001). A distância da fonte de propágulos alóctones influencia diretamente a quantidade de material vegetativo que chega sobre o solo aumentando a diversidade (MCCLANAHAN, 1986; SILVA et al., 1996). Estudos desenvolvidos por KOLB (1993) e PARROTA (1993) mostram a existência de uma correlação negativa entre o fluxo de ingressos vegetativos e o aumento na distância das vegetações que abastecem o local, considerando que os agentes dispersores migram entre fragmentos florestais e que precisam se abrigar ou descansar durante estes trajetos.

Neste trabalho foi observada maior regeneração natural no T3 (controle) provavelmente pela proximidade da borda do fragmento de mata ripária e/ou com presença de árvores remanescentes na parcela, o que pode ter influenciado na abundância dos regenerantes.

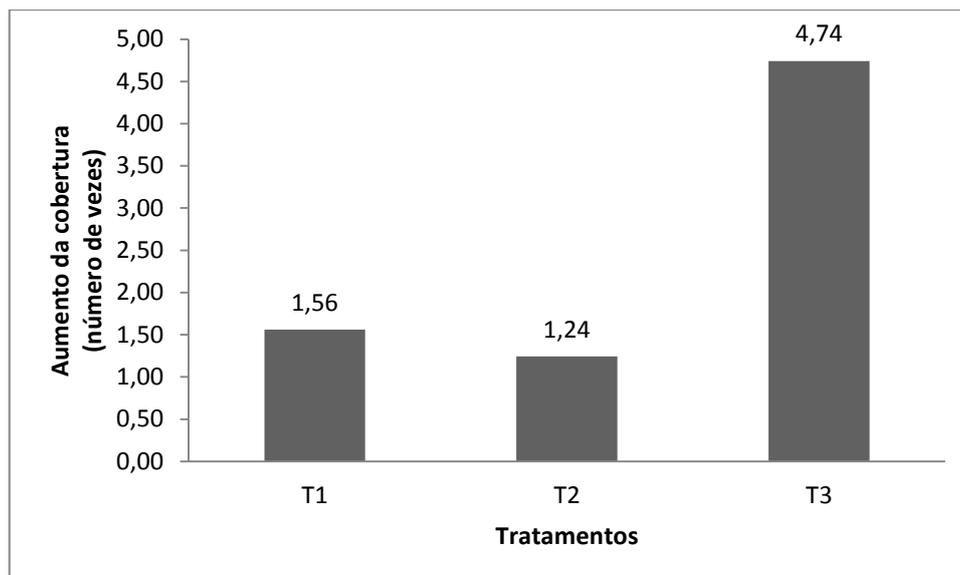


Figura 6.4 – Comparação da proporção do aumento da cobertura de regenerantes nos tratamentos (T1 =Nucleação 3x3, T2 = Linha de Recobrimento Linha de Diversidade e T3 = Controle), a partir da análise da diferença da cobertura final (jan/14) e inicial (jan/12), em experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Além dos regenerantes das espécies nativas, outros parâmetros foram analisados como graminóides e invasoras (Tabelas 6.6). Os resultados mostraram que, no período de jan/2012 a jan/2014, à medida que diminuiu a cobertura de graminóides aumentou a cobertura de regenerantes (Tabelas 6.6). De acordo com ATTANASIO et al. (2006), pode existir certa dificuldade para as espécies arbustivas e arbóreas se estabelecerem em ambientes degradados na presença de gramíneas.

Outro fator favorável à regeneração natural é o tipo de solo e as características da área (ver Figura 3.2 Material e Método Geral). Na área o solo é Plintossólico Háptico, dando uma condição favorável ao ambiente, em função da área ser praticamente circundada por fragmentos, recebe constantemente a chuva de sementes conforme descrito PÂCHECO (2014) por e conseqüentemente tem um bom volume de serapilheira, que com sua decomposição, liberam nutrientes essenciais para a restauração da fertilidade do solo.

Destaca-se, nesse sentido, a alta capacidade de reação da natureza às mais diversas alterações na vegetação, principalmente em regiões tropicais, uma vez que água e temperatura não são fatores limitantes (NEPSTAD et al., 1991). Sendo demonstrado por VIEIRA e SCARIOT (2006) e SAMPAIO et al., (2007) a importância da regeneração natural na restauração de mata. Em muitas circunstâncias pode-se contar com a resiliência que permite equilibrar o ecossistema e a restauração se fará naturalmente (DURIGAN e

ENGEL, 2012), como observado por MAGNAGO et al., (2012), que afirmam que áreas degradadas podem vir a se recuperar naturalmente por meio de processos sucessionais, desde que a matriz onde estão inseridas seja permeável à fauna e contenha fragmentos, fontes de propágulos. Neste sentido, a restauração florestal pode ser com baixa diversidade ou depender apenas da regeneração natural quando a matriz da paisagem é florestal, uma vez que o enriquecimento com espécies nativas no decorrer do tempo tende a ser natural (MARTINS et al., 2012).

Tabela 6.6 – Cobertura e incremento médio anual de graminóides, invasoras, remanescentes, solos expostos, lianas e regenerante nos três tratamentos (T1 = Nucleação 3x3, T2 = Linha de Recobrimento e Diversidade e T3 = Controle), no ano 1 janeiro de 2012 a janeiro 2013 e ano 2 janeiro 2013 a janeiro 2014, no experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF, 2014. Onde CB: Cobertura anual e IM: incremento médio anual.

Variáveis	ANO 1 - Jan/12 a Jan/13						ANO 1 - Jan/13 a Jan/14					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	CM	IM	CM	IM	CM	IM	CM	IM	CM	IM	CM	IM
Graminóides	11,04	38,71	12,45	55,11	16,18	59,87	3,74	9,06	4,57	10,95	-10,35	-22,55
Invasoras	-4,32	-57,05	-1,40	-51,30	-7,74	-68,09	-0,31	-9,60	-4,45	-66,40	-2,05	-63,70
Remanscentes	-0,50	0,00	0,32	-43,11	0,63	196,93	0,23	0,00	-0,29	0,00	-0,97	-178,16
Solos exposto	-6,17	-46,77	-6,48	-40,24	-6,53	-80,20	-2,02	-49,86	-3,88	-66,71	-2,45	-95,45
Regenerantes (%)	-0,08	-6,60	1,11	136,75	3,07	76,63	2,17	168,17	0,32	19,51	6,81	130,91
Liana	0	0	0,00463	0	0,018519	0	0,72	0,00	0,81	0,00	0,30	0,00

Em toda área experimental existem arbustos e árvores que funcionam como poleiros vivos para a fauna dispersora de sementes, que contribuem para o aumento do banco de sementes e este por sua vez é o fator chave que poderá determinar a abundância dos regenerantes na área. O estado do banco de sementes do solo é forte indicativo da capacidade de resiliência de um ecossistema degradado ou dos estágios sucessionais das matas ripárias (MAGNAGO et al., 2012). Através do banco de sementes e outros propágulos, muitas espécies herbáceas e arbustivo-arbóreas conseguem permanecer no solo com capacidade de regeneração, ou seja, o potencial florístico inicial representado por tecidos ou sementes em estado dormente no solo pode ser suficiente para desencadear o processo sucessional (EGLER, 1954; MARTINS, 2009) e a restauração de uma área perturbada.

Para se avaliar a restauração ecológica é necessário o uso de indicadores. O sucesso de um indicador na atuação da restauração parte do princípio que deve ser capaz de detectar as transformações ambientais desde o início dos experimentos (VAN STRALEN, 1998).

Neste trabalho verificou-se que houve aumento da cobertura e da densidade dos regenerantes ao longo do período de estudo, que são influenciados pelas características da área e do seu entorno, como por exemplo, a presença de fragmentos próximos e a borda, que podem contribuir com o fluxo de diásporos (sementes e/ou frutos) e conseqüentemente na abundância dos regenerantes.

Os regenerantes, como indicador de restauração ecológica, demonstraram diferenças entre os tratamentos, ressaltaram onde houve maior aumento na cobertura, tendo, portanto, sensibilidade para detectar as alterações do ambiente.

A cobertura de regenerantes na restauração quanto à resultabilidade é de fácil mensuração e interpretação. Tem um baixo custo no seu monitoramento. No aspecto compreensão ou tendência é capaz de ser interpretado com facilidade. Em relação à análise feita de cobertura nos três tratamentos foi observado por porcentagem, como os outros parâmetros, o que originou em dados acessíveis ao ambiente, sendo aceitável ter tendências ao aumento de regenerantes. Apresenta clareza nas respostas do ambiente ao longo do tempo, podendo ser usado como referência para outras áreas. Sendo que reúne vários critérios possibilitando análise única de várias características de áreas em estudo (Quadro 6.1).

Aplicando-se a escala de Likert para avaliação da eficiência dos regenerantes como indicador obteve-se o valor máximo de 35 (Quadro 6.2).

Quadro 6.2 – Avaliação da eficiência dos regenerantes como indicador de restauração ecológica através da escala de Likert (cinco níveis: 1 (nenhum); 2 (pouco); 3 (regular); 4 (bom) e 5 (excelente), adaptado de SEGIP (1995) e METZGER (2002), em experimento de restauração ecológica de matas ripárias no Núcleo Rural Tabatinga, Planaltina – DF.

Aspectos	Descritores	Avaliação	
		Critérios/Ponderação	Resultados
Sensibilidade	Capaz de detectar alterações no ambiente e diferenças entre eles.	Qual a capacidade de ser afetado/influenciado pelo ambiente (análise ponderada do resultado)?	5
Resultabilidade	Produz resultados mensuráveis.	Qual a facilidade e confiabilidade (precisão na mensuração)?	5
Custo	Baixo custo de implantação.	Qual o custo relativo de implantação (ponderação homem/tempo)?	5
Compreensão e interpretação	Capaz de ser compreendido e interpretado com facilidade.	Qual a facilidade de ser compreendido/interpretado pelo agricultor/homem de campo?	5
Previsibilidade ou tendência	Indicam claramente tendências em resposta a alterações no ambiente ao longo do tempo, permitindo a avaliação e monitoramento.	Indicam tendências ou permitem fazer previsões ao longo do tempo (resultado avaliado e monitorado ao longo do tempo/análise ponderada)?	5
Escala	Apresentam valores e parâmetros claros que podem ser aplicados como referência para avaliar o estado de cada área e suas alterações.	Qual a capacidade dos valores e parâmetros do indicador de serem usados como referência para outras áreas?	5
Síntese	Permite a formulação de critérios que reúnem vários atributos do ecossistema ou área, possibilitando uma análise única de várias características ou estados das áreas foco.	Qual a capacidade do indicador de reunir e expressar os atributos/características do ecossistema/fragmento do entorno da área?	5
		Total	35

Como todos os aspectos analisados da cobertura de regenerantes como indicador tiveram nota máxima, classifica-se este indicador como excelente, possibilitando ser usado em experimentos de restauração, mesmo na fase de implantação. Deste modo os regenerantes são eficientes para a avaliação do processo de restauração ecológica, ao longo do tempo.

6.4 – CONCLUSÃO

A densidade média de regenerantes na área da diagonal não representou a área da parcela em uma mata ripária no Distrito Federal. A densidade dos regenerante por parcela tem uma tendência ao aumento.

Os regenerantes como indicador de restauração ecológica reuniram várias características do ecossistema ou área, foram analisados com facilidade, como referência para avaliar o estado de área e suas alterações temporais.

Neste trabalho verificou-se as diferenças entre os tratamentos, as quais refletiram, com eficiência, as condições da área e do entorno. Desta forma, a cobertura de regenerantes mostrou-se ter excelência para ser utilizado como um indicador para a restauração ecológica, em experimentos em mata ripária do Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTANASIO, C.M.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. (2006). Adequação ambiental de propriedades rurais: recuperação de áreas degradadas e restauração de matas ciliares. Piracicaba: LERF; Esalq, Depto. Ciências Florestais, Relatório técnico. 66p.
- BAYLÃO JUNIOR, H. F.; VALCARCEL, R.; NETTESHEIM, F. C. (2013). Fatores do meio físico associado ao estabelecimento de espécies rústicas em ecossistemas perturbados na mata atlântica, Piraí, RJ, Brasil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 305-315.
- BELLOTTO, A., VIANI, R.A.G., NAVE, A.G., GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. (2009). Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: R. R. Rodrigues, P.H.S. Brancalion; Isernhagen. (Orgs.). Pacto pela restauração da mata atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. (Eds.). LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, São Paulo.
- CAMPELLO, E. F. C. (1998). Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas, In DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.) – Recuperação de áreas degradadas, Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p.183-202.
- CLARK; C. J.; POULSEN, J. R. (2001). The role of arboreal sees dispersal groups in the seed rain os a Lowland Tropical Forest, *Biotropica*, v.33, p.606-620.
- DARONCO, C.; MELO, A. C. G. DE; DURIGAN, G. (2013). Ecossistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. *Revista Hoehnea*, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 485-498.
- DURIGAN, G.; ENGEL, V. L. (2012). Restauração de ecossistema no Brasil: onde estamos e para onde queremos chegar. In: MARTINS, S.V. (Ed.): Restauração ecológica de ecossistemas degradados, Viçosa, MG: Ed. UFV, p.41-68.

- EGLER, F. E. (1954). Vegetation science concepts. 1. Initial floristic composition a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio*, 4, 421-417.
- GANDOLFI, S., RODRIGUES, R. R., & MARTINS, S. V. (2007). Theoretical bases of the forest ecological restoration. Rodrigues. In: Martins, RR, Gandolfi, SV (Eds.), High diversity forest restoration in degraded areas. Nova Science Publishers, New York, 27-60.
- KOLB, S. R. (1993). Islands os secondary vegetation in degraded pastures of Brazil: Their role in restablising Atlantic Coastal Forest. ATHENS: University of Georgia. 127p. Tese (Doutorado) University of Georgia.
- LIEBERMAN, D. (1996). Demography of tropical tree seedlings: a review. In: M.D. Swaine (Eds.). The ecology of tropical forest tree seedlings. Paris, UNESCO and Parthenon Publishing Group. p.131-138.
- LIMA, P.A.F. (2014). Eficiência de indicadores da restauração ecológica em mata ripária (fase de implantação), no Cerrado, Gama – DF. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 104p.
- MACDOUGALL, A. KELLMAN, M. (1992). The understorey light regime and patterns of tree seedlings in tropical riparian forest patches. *Journal of Biogeography* 19: 667-675.
- MAGNAGO, L. F. S.; MARTINS, S. V.; VENKKE, T. S.; IVANAUSKAS, N. M. (2012). Os processos e estágios sucessionais da mata atlântica como referência para a restauração florestal. In: MMARTINS, S.V. (Ed): Restauração ecológica de ecossistemas degradados, Viçosa, MG: Ed. UFV, p.69-100.
- MARANGON, L. C., SOARES, J. J., FELICIANO, A. L. P., & BRANDÃO, C. F. L. (2008). Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais.
- MARTINS, S.V. (2009). Soil seed bank as indicator potential in canopy gaps of a semideciduous Forest in Southeastern Brazil. In: FOURNIER, M.V. (Ed.) Forest

regeneration: ecology, management and economics. New York: Nova Science Publishers, p.113-128.

MARTINS, S.V.; MIRANDA NETO, A.; RIBEIRO, T.M. (2012). Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. (Ed.) Restauração ecológica de ecossistemas degradados. Viçosa: Editora UFV, p.17-40.

METZGER, J.P. (2002). Bases biológicas para definição de Reservas Legais. *Ciência Hoje*, v.31, p.183-184.

NETO, A. M., MARTINS, S. V., SILVA, K. A., & GLERIANI, J. M. (2012). Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 32(72), 409.

MITCHELL, R.J.; AULD, M.H.D.; LE DUC, M.G.; MARRS, R.H. (2000). Ecosystem stability and resilience: a review of their relevance for the conservation management of lowland heaths. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v.3, n.2, 142-160.

MORAES, L. F. D. D., CAMPELLO, E. F. D. C., PEREIRA, M. G., & LOSS, A. (2008). Características do solo na restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ.

NAPPO, M. E., DE OLIVEIRA FILHO, A. T., & MARTINS, S. V. (2000). A estrutura do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. *Ciência Florestal*, 10(2), 17-29.

NEPSTAD, D. C.; UHL, S.; SERRÃO, E. S. (1991). Recuperation of a degraded Amazonian landscape: Forest recovery and agricultural restoration. *Ambio*.

PACHÊCO, B. S. (2014). Chuva de sementes como indicador de restauração ecológica em matas ripárias do Distrito Federal. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Montes Claros. p.75.

- PARROTA, J. A. (1993). Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as “foster ecosystems” In: LEITH, H.; LOTHMANN, M. (Eds). Restoration of tropical forest ecosystems. Kluwer Academic, Netherlands, p.63-73.
- PILON, N. A.L.; DURIGAN, G. (2013). Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de Cerrado. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 41, n. 99, p.389-399.
- RODRIGUES, R.R.; LIMA, R.A.F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. (2009). On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, Essex, v. 142, n. 6, p. 1242-1251.
- RODRIGUES, G. B., MALTONI, K. L., & CASSIOLATO, A. M. R. (2007). Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(1), 73-80.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S; KAGEYAMA, P.Y. (2011). Large-scale ecological restoration of high diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, v.261, p.1605-1613.
- SAMPAIO, A.B.; HOLL, K.D.; SCARIOT, A. (2007). Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in central Brazil? *Restoration Ecology*, Malden, v.15, n. 3, p. 462-471.
- SCORIZA, R.N. (2009) Serrapilheira como indicador ambiental aplicado na avaliação de fragmentos florestais em Sorocaba. Monografia de conclusão de curso (Universidade Federal de São Carlos)- Sorocaba, p. 87.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SEMA). (2009). Cadernos da Mata Ciliar 4. Monitoramento de áreas em restauração, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares. v.1 . 100p. São Paulo: SEMA.

- SEGIP - The State Environmental Goals and Indicators Project. (1995). Evaluation criteria. In: BERGQUIST, G. et al. Prospective indicators for state use in performance agreements. Florida: SEGIP/Florida Center for Public. Management, p.6-7.
- SILVA, J.M.C. da; UHL, C. MURRY, G. (1996). Plant succession, landscape management, and the ecology of prugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology*, v.10, n.2. p.491-503.
- SOUSA, S.R.; PACHECO, B.S.; BORGES, L.A.; SOUSA, A.C.S.A.; SILVA, Y.G.V.; OLIVEIRA, L.G.; MIRANDA, B.N.H.L.; CORDONA, M.R.S.; BEZERRA, G.S.; SILVA, J.L.A.; LEMOS, R.L.; SOUZA, A.M.B.; AQUINO, F.G.; ALBUQUERQUE, L.B. (2013). Regenerantes como indicador na restauração ecológica de mata ripária, Distrito Federal – Brasil. In: III Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica, 2013, Colômbia. Anais... III Congreso Iberoamericano y del Caribe de Restauración Ecológica.
- STEVEN, D. 1994. Tropical tree seedling dynamics: recruitment patterns and their population consequences for three canopy species in Panama. *Journal of Tropical Ecology* 10: 385-398.
- SUGANUMA, M. S., & DURIGAN, G. (2015). Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restoration Ecology*. Vol. 23, No. 3, p. 238–251.
- VAN STRAALLEN, N.M. (1998). Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, v.9, p.429-437.
- VENTUROLI, F.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. (2011). Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v.35, n.3, p. 473-483.
- VIANI, R. A. G., & RODRIGUES, R. R. (2008). Impacto da remoção de plântulas sobre a estrutura da comunidade regenerante de Floresta Estacional Semidecidual. *Acta Botanica Brasilica*, 22(4), 1015-1026.

VIEIRA, D. L. M.; SCARIOT, A. (2006). Principles of natural regeneration of tropical dry Forests for restoration, *Restoration Ecology*, v. 14, n.1, p.11-20.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A taxa geral de sobrevivência (51%) mostra o desempenho positivo das espécies e o seu potencial para se estabelecerem em área degradada.

As espécies *Aspidosperma parvifolium* A. DC (Guatambu-da-mata); *Genipa americana* L (Jenipapo); *Salacia elliptica* (Mart. ex Schult.) G. Don (Bacupari-da-mata) e *Tapirira guianensis* Aubl (Pau-pombo) apresentaram taxa de sobrevivência de 100%, indicando que essas são aptas a determinados ambientes degradados e também às condições do plantio.

A maior sobrevivência nos tratamentos T2 (Linha de Recobrimento e Linha de Diversidade) e T1 (Nucleação - Modelo de Anderson), até o momento, mostram o potencial desses modelos como alternativas para a restauração ecológica.

O desempenho das espécies, baseado nos valores de incremento em altura e sobrevivência, mostrou que *Tibouchina stenocarpa* (DC) Cogn – Quaresmeira, *Tapirira guianensis* Aubl – Pau pombo, *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud - Moreira podem ser recomendadas para plantio de restauração ecológica de mata ripária, não desconsiderando outros aspectos importantes associados as outras espécies. As espécies arbustivas *Miconia chamissois* Naudin e *Tococa formicaria* Mart, tiveram baixa sobrevivência e crescimento, mas são fundamentais para atração de fauna, sendo necessários mais estudos para entender o comportamento dessas espécies em plantios de restauração ecológica.

Os protocolos de monitoramento necessitam de reavaliação visando verificar a efetividade do processo de restauração. Nesse sentido, o presente trabalho mostrou que a diagonal instalada para monitoramento dos regenerantes no Cerrado, conforme protocolos já estabelecidos para a Mata Atlântica, não apresentou representatividade da parcela. Assim, é importante, no início do processo de restauração, acompanhar os regenerantes da parcela como um todo. Em futuros monitoramentos poderá ser avaliada a representatividade da diagonal. Os dados do presente estudo apontam que essa representatividade será alcançada devido ao número maior de regenerantes na área.

Como a área em processo de restauração está circundada por fragmentos de vegetação nativa, há constante chuva de sementes e conseqüentemente aporte de serapilheira, que contribui para a liberação de nutrientes e fertilidade do solo. Essa capacidade de reação do ambiente e as alterações da vegetação pode permitir a

regeneração natural, favorecendo o equilíbrio do ecossistema. A manutenção de fragmentos de vegetação natural constitui um dos mais importantes componentes para catalisar o processo de regeneração natural.

Os indicadores Sobrevivência, Desenvolvimento e Regenerantes são ferramentas de avaliação importantes durante o processo de restauração ecológica, para que ao longo do tempo possam ser reavaliadas as ações de execução e permita traçar novas estratégias para o manejo adaptativo.