

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO**

**TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL  
APLICADAS EM ÁREA ANTROPIZADA DE CERRADO NA  
REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO, MG**

**DAYANE ZANDONADI SOARES**

**UBERLÂNDIA/ MG**

**2012**

**DAYANE ZANDONADI SOARES**

**TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL  
APLICADAS EM ÁREA ANTROPIZADA DE CERRADO NA  
REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO, MG**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território

Linha de Pesquisa: Análise, Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vania Rosolen

**Uberlândia/ MG  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
2012**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S676t Soares, Dayane Zandonadi, 1987-  
2012 Técnicas de restauração ambiental aplicadas em área antropizada de  
cerrado na região do Triângulo Mineiro, MG / Dayane Zandonadi  
Soares. -- 2012.  
141 f.; il.

Orientadora: Vania Rosolen.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa  
de Pós-Graduação em Geografia.  
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Geografia ambiental - Triângulo Mineiro -  
Teses. I. Rosolen, Vania Silvia. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

---

CDU: 910.1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**DAYANE ZANDONADI SOARES**

**TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL  
APLICADAS EM ÁREA ANTROPIZADA DE CERRADO NA  
REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO, MG**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vania Rosolen (Orientadora)

---

Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno

---

Prof. Dr. Luiz Nishiyama

DATA: 26 / 06 / 2012

Resultado: Aprovada

Parafraseando Nelson Henderson eu dedico...

... àquele que descobriu que o verdadeiro significado da vida é plantar árvores sob cujas sombras não se espera se sentar.

## **AGRADECIMENTOS**

Ninguém disse que seria fácil, mas eu fui adiante. Segui meu caminho, tracei minhas metas, sabia aonde queria chegar. No percurso, descobri que havia escolhido um caminho cheio de pedras, por causa disso, muitas vezes, eu não sabia como fazer, somente que era necessário continuar, não podia parar, tinha que encontrar meu objetivo. E o fiz. Para isso, precisei amadurecer, desenvolver habilidades, preparar o corpo e a mente e, em vários momentos, também precisei encontrar companhia para este caminho. Pessoas que me ajudassem a percorrê-lo. Por isso eu agradeço a todos aqueles que estiveram ao meu lado.

Minha orientadora, Dr<sup>a</sup> Vania Rosolen, que sobe me conduzir pelo mestrado estruturando pilares do rigor científico na pesquisa, além disso, depositou em mim a sua confiança e respeitou minhas escolhas, dando crédito às minhas conquistas. Agradeço ainda, pela paciência e compreensão de um tempo difícil. Sem essas suas qualidades eu não teria conseguido.

A minha família pelo apoio aos meus projetos, ao entendimento da minha ausência em vários momentos de alegria, e da minha ansiedade e angústia nos últimos meses. Em especial, gostaria de agradecer ao meu companheiro de todos os caminhos, Bernardo, sem você eu não chegaria ao fim deste, sua disposição, lealdade e carinho foram por vezes a minha energia para continuar.

Aos meus amigos Antônio, Artur, Edina, Eduardo, Henrique, Maria Carolina, Neide, Tales, e, principalmente, ao Eduardo Rafael, que cooperaram, cada um do seu jeito e a seu modo, para concretizar essa caminhada.

A empresa Duratex, Unidade Florestal de Minas Gerais, que desde a década de 1970 forma parcerias com a UFU em trabalhos de monitoramento e preservação da fauna e flora. Agradeço pelo investimento financeiro e logístico que foram imprescindíveis para o desenvolvimento desta pesquisa através do gerente de Meio Ambiente e Proteção Florestal Sr. José Luiz da Silva Maia.

E, a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

*De tudo, ficaram três coisas:  
A certeza de que estamos sempre começando.  
A certeza de que precisamos continuar.  
A certeza de que seremos interrompidos antes de  
terminar.*  
*Portanto devemos:*  
*Fazer da interrupção um caminho novo.  
Da queda um passo de dança.  
Do medo, uma escada.  
Do sonho, uma ponte.  
Da procura, um encontro.*  
*(Fernando Sabino)*

## **RESUMO**

Os modelos tradicionais de recuperação de ambientes degradados esperam basicamente que a comunidade recuperada alcance a biomassa vegetal de uma floresta madura, a restauração, por sua vez, busca torná-la resiliente e auto-sustentável, mais próxima de sua dinâmica natural e das diversas interações de comunidade. Para tanto, a nucleação tem se mostrado eficiente pela configuração proposta em seu princípio de pequenos núcleos de diversidade espalhados na área a ser restaurada, facilitando a colonização do ambiente pelo aumento das chances da sucessão natural se expressar. Esses núcleos de diversidade são formados por técnicas que buscam imitar a natureza com o uso mínimo de insumos, visando propiciar que nesses espaços haja a abertura para uma série de eventualidades para a regeneração natural, como a chegada de espécies vegetais de todas as formas de vida, bem como a formação de uma rede de interações entre os organismos. Em vista disso, em uma antiga área de pastagem antropizada e abandonada produtivamente, encravada em meio a áreas de reflorestamento de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. da Duraflora S.A (ex-SATIPEL FORESTAL Ltda.), na região de Cerrado no Triângulo Mineiro, foram testadas técnicas de restauração no controle de gramíneas invasoras (tratamento biológico, manual sem arraste, químico, manual com arraste e sombreamento artificial) e no aumento do ritmo de sucessão ecológica na área por meio de técnicas de nucleação (transposição do solo, poleiros artificiais, abrigos para a fauna e plantio de mudas). Em relação aos tratamentos de controle de invasoras, estes obtiveram bons resultados no que se refere à quebra na camada contínua e densa formada pelas gramíneas exóticas. Melhores resultados serão obtidos quando houver a integração desses tratamentos. Sobre as técnicas de nucleação, de maneira geral, estas contribuíram para o aumento do número de indivíduos das espécies locais, além de introduzirem novas espécies. Acredita-se que os resultados obtidos em relação ao aspecto de sobrevivência das mudas sejam aceitáveis, mesmo nas condições naturais em que foram plantadas as mudas, ou seja, sem os tradicionais tratos culturais como irrigação, adubação e controle de formigas. Outro ganho ecológico na área de estudo a partir das técnicas de nucleação foi o aumento da chegada da fauna na área. Em todo caso, essa experiência em área de Cerrado colaborou para diminuir as lacunas existentes do processo de restauração, com base na nucleação, para esse bioma, já que na maior parte das vezes, este é realizado em regiões mais úmidas e com regime climático menos severo como na Mata Atlântica.

**Palavras-chave:** restauração, nucleação, controle de gramíneas invasoras, Cerrado, Triângulo Mineiro.

## **RESUMEN**

Los modelos tradicionales de la recuperación de tierras degradadas, básicamente, esperan que la comunidad recuperada alcance la biomasa de un bosque maduro. La restauración, a su vez, trata de hacer una comunidad resistente y autosuficiente, más cerca de su dinámica natural y de las diversas interacciones de comunidades. Para este fin, la nucleación se ha demostrado eficaz por la configuración propuesta en su principio de pequeños núcleos de diversidad dispersos en el área a ser restaurada, facilitando la colonización del ambiente mediante el aumento de las posibilidades de la sucesión natural expresarse. Estos núcleos son formados por diversas técnicas que tratan de imitar a la naturaleza con un uso mínimo de insumos, con fin de proporcionar que en estos espacios se produzca la apertura de una serie de eventualidades para la regeneración, como la llegada de especies de todas las formas de vida, así como la formación de una red de interacciones entre los organismos. En vista de esto, en una pastura abandonada, incrustada en las áreas de reforestación de *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp. da Duraflora S.A (ex-SATIPEL FLORESTAL Ltda.), en la región del Cerrado en el Triangulo Mineiro, se probaron las técnicas de restauración para el control de hierbas invasoras (tratamiento biológico, manual sin resistencia, químico, manual de arrastrar y sombreado) y el aumento de la tasa de sucesión ecológica en el área por nucleación técnicas (transposición de la tierra, perchas artificiales, refugio para la fauna y la siembra de las plántulas). En cuanto los tratamientos de invasoras, éstos han obtenido buenos resultados en respecto a la rotura en la capa densa y continua formada por pastos exóticos. Mejores resultados se obtendrán cuando haya la integración de estos tratamientos. Las técnicas de nucleación, en general, han contribuido al aumento en el número de individuos de especies locales, así como añadir nuevas especies. Se cree que los resultados obtenidos en relación el aspecto de la supervivencia de las plántulas son aceptables, incluso en condiciones naturales en que las plántulas fueron sembradas, es decir, sin el cultivo tradicional de riego, fertilización y el control de hormigas. Otro beneficio ambiental en el área de estudio de las técnicas de la nucleación fue la llegada cada vez mayor de la fauna en el área. En cualquier caso, esta experiencia en un área de Cerrado ayudó a reducir las brechas en el proceso de restauración, basado en la nucleación, de este bioma, ya que en la mayoría de los casos, esto se logra en el régimen de clima más húmedo y menos severo y en Mata Atlantica.

**Palabras clave:** restauración, la nucleación, el control de hierbas invasoras, Cerrado, Triangulo Mineiro.

## **LISTA DE FOTOS**

Foto 1 – Corredor do tratamento biológico – mar. 2011.	33
Foto 2 – Corredor do tratamento manual – abr. 2011.	34
Foto 3 – Corredor do tratamento químico – abr. 2011	35
Foto 4 – Corredor do tratamento manual – abr. 2011.	36
Foto 5 – Uma das lonas utilizadas no tratamento de sombreamento artificial.	37
Foto 6 – Implantação da técnica de transposição de solos.	40
Foto 7 – Exemplo de abrigo para a fauna inserido na UDTRA.	41
Foto 8 – Introdução de mudas na área do experimento.	45
Foto 9 – Poleiros como técnica de nucleação inserida na área de pesquisa.	47
Foto 10 – Desenvolvimento do tratamento biológico.	62
Foto 11 – Desenvolvimento do tratamento manual com arraste.	66
Foto 12 – Desenvolvimento do tratamento químico.	68
Foto 13 – Desenvolvimento do tratamento manual sem arraste.	70
Foto 14 – Desenvolvimento do tratamento de sombreamento artificial.	73
Foto 15 – Tratamento de sombreamento artificial.	74
Foto 16 – Parcada recoberta com exemplares de plantas herbáceo-arbustiva presentes em quase todos os núcleos de transposição e em alguns locais da UDTRA.	82
Foto 17 – Parcada de transposição sendo ocupada por diferentes espécies de plantas, dentre elas arbóreas, detalhe nos cantos superiores.	82
Foto 18 – Parcada de transposição sendo ocupada.	83
Foto 19 – Parcada de transposição com exemplar de indivíduo encontrado em vários núcleos.	83
Foto 20 – Núcleo de transposição e detalhe de alguns indivíduos encobrindo-o.	84
Foto 21 – A transposição contribuindo para o gatilho no processo sucessional, detalhe das plantas ao centro facilitando o ambiente para próximas <i>seres</i> ao entrarem em senescênciā.	85

Foto 22 – Evolução de alguns dos núcleos de transposição com serapilheira.	86
Foto 23 – Evolução de um dos núcleos de transposição sem a camada de serapilheira.	86
Foto 24 – Consumo de frutos desenvolvidos nas parcelas de transposição confirmando a interação da técnica com os animais.	87
Foto 25 – Os núcleos formados geram aglomerados de vegetação que se destacam na paisagem.	87
Foto 26 – Manutenção da área de transposição: identificação da parcela e retirada das espécies invasoras.	89
Foto 27 – Abrigos para a fauna: parcelas de nucleação formadas por galharias e resíduos vegetais na UDTRA.	92
Foto 28 – Vestígios da fauna presente na UDTRA.	93
Foto 29 – Presença da fauna na UDTRA.	94
Foto 30 – O papel das mudas como facilitadores da regeneração da UDTRA.	107
Foto 31 – Visão geral do entorno dos poleiros (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7).	113
Foto 32 – Pousos nos poleiros da UDTRA.	114
Foto 33 – Detalhe nos círculos: vestígios de ocupação pelas aves na área da UDTRA.	115

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Estimativa de temperatura média do ar na área em restauração.	56
Gráfico 2 – Estimativa de pluviosidade média mensal na área em restauração.	57
Gráfico 3 – Flutuação do lençol freático: último piezômetro localizado na zona úmida.	58
Gráfico 4 – Relação entre os índices de pluviosidade versus o número de gramíneas verdes.	60
Gráfico 5 – Resultado em média da transposição com camada superficial e serapilheira.	80
Gráfico 6 – Resultado em média da transposição de solo somente com a camada superficial.	80
Gráfico 7 – Porcentagem de mudas de aspecto verde e com folhas na área de estudo.	98
Gráfico 8 – Número de indivíduos por espécie em relação à sobrevivência e à mortalidade no período de um ano.	101
Gráfico 9 – Desempenho médio da altura total em cada espécie no período de um ano.	103
Gráfico 10 – Desempenho médio do diâmetro das espécies no período de um ano.	105
Gráfico 11 – Uso dos poleiros na UDTRA.	112

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
MATERIAIS E MÉTODOS	21
1. Delimitação da área de estudo	21
1.2 Solos e a vegetação da área de estudo	24
1.2.1 Coleta das amostras de solo	28
1.2.2 Análises laboratoriais das amostras de solo	29
1.2.3 Instalação de medidores de nível de água no solo	31
1.3 Instalação do mini-posto climatológico	32
1.4 As técnicas de restauração: instalação do experimento na área de estudo	32
1.4.1 Tratamentos de controle das gramíneas exóticas	32
1.4.1.1 Tratamento biológico	33
1.4.1.2 Tratamento manual com arraste	34
1.4.1.3 Tratamento químico	35
1.4.1.4 Tratamento manual sem arraste	36
1.4.1.5 Tratamento de sombreamento artificial	36
1.4.2 Técnicas de restauração com base na nucleação	37
1.4.2.1 Transposição de solo	39
1.4.2.2 Abrigos para a fauna	41
1.4.2.3 Plantio de mudas	42
1.4.2.4 Poleiros	46
RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
1. Análises de solo	47
2. Análise das condições edafoclimáticas e nível do lençol freático	55
3. Análise dos tratamentos de controle das gramíneas exóticas	58

3.1 Tratamento biológico	59
3.2 Tratamento manual com arraste	64
3.3 Tratamento químico	67
3.4 Tratamento manual sem arraste	69
3.5 Tratamento a partir do sombreamento artificial	70
3.6 Encaminhamentos com base nos tratamentos de controle das gramíneas exóticas na UDTRA	75
4. Análise das técnicas de nucleação	77
4.1 Transposição do solo	78
4.2 Abrigos para a fauna	91
4.3 Plantio de mudas	96
4.4 Poleiros	110
<b>CONCLUSÕES</b>	119
<b>REFERÊNCIAS</b>	123

## INTRODUÇÃO

As técnicas de restauração ambiental possuem como objetivo a recuperação da estabilidade e integridade biológica dos ecossistemas naturais, para que esses possam ser auto-sustentáveis (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001; BARBOSA, 2001; ENGEL & PARROTA 2003). Sendo, os seus principais focos o aumento da diversidade de espécies e da diversidade genética, a sucessão ecológica e a dinâmica do ecossistema (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001; KAGEYAMA; GANDARA & OLIVEIRA, 2003).

Para Engel e Parrota (2001) o avanço da restauração em relação à proposta usual dos projetos de recuperação de ambientes está no desenvolvimento das complexas interações de comunidade, uma vez que os modelos tradicionais são norteados exclusivamente por práticas agronômicas e silviculturais, que utilizam fundamentalmente dados fitossociológicos e florísticos de comunidades vegetais em sucessões avançadas, buscando tão somente que a comunidade recuperada alcance maior produtividade e biomassa vegetal de uma floresta madura (ENGEL & PARROTA, 2003; GANDOLFI & RODRIGUES, 2007). Dessa forma, tais ações inibem interações essenciais da comunidade, implicando em baixa diversidade e formas de vida, estagnando a sucessão natural (REIS et al., 2003).

O artigo 2º, da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que regulamenta o artigo 225 da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, define por:

XIII - recuperação: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original;

XIV - restauração: restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original (BRASIL, 2000).

Assim, as atividades de restauração ecológica visam a recriação de um ecossistema resiliente, estável e auto-sustentável, regulado totalmente por processos naturais e com estrutura mais próxima possível das comunidades naturais (TRES; GUINLE; REIS, 2005).

A técnica de nucleação tem se mostrado muito importante para a promoção das atividades de restauração na medida em que facilita a colonização de novos habitats através do aumento do ritmo sucessional na área degradada<sup>1</sup> (TRES, 2006).

Yarranton e Morrison (1974) foram os idealizadores da teoria da nucleação, que corresponde à implantação de pequenos núcleos de diversidade, favorecendo o aumento do ritmo de regeneração natural na área degradada. Esses autores denominaram pelo termo nucleação ao constatarem que espécies arbóreas pioneiras ao ocuparem áreas em processo de formação de solo, geraram pequenos agregados de outras espécies ao seu redor, acelerando, assim, o processo de sucessão primária.

Yarranton e Morrison (1974) então definiram a técnica de nucleação como sendo o processo de sucessão de uma área o qual se dá por meio do estabelecimento de uma ou mais espécies em pequenas porções ou núcleos no local. No decorrer do tempo novas espécies passam a ocupar os núcleos, pois encontram um micro ambiente mais favorável ao seu estabelecimento, por conseguinte, o núcleo se expande, tendendo a cobrir toda a área, refazendo, dentro das comunidades, distintos nichos ecológicos associados aos organismos que as compõem.

Desse modo na implantação das técnicas de nucleação, estas ocupam somente uma pequena parte da área a ser restaurada, sendo o restante da área sujeita à regeneração natural, através da sucessão que se dá a partir dos núcleos (REIS et al., 2003).

A nucleação foi comprovada em vários estudos como técnica satisfatória do processo de restauração ambiental via a utilização de espécies estratégicas que favoreciam a recolonização dos ambientes degradados. Scarano (2000) utilizaram o termo “planta focal” para designar as plantas capazes de favorecer a colonização de outras espécies como, por exemplo, a palmeira *Allagoptera arenaria*, comumente conhecida como Gomes; outras espécies como a *Kuntze* sp. e plantas do gêneros *Clusia* sp., foram capazes de propiciar a formação de moitas de restinga ao favorecerem o desenvolvimento de cactáceas e bromeliáceas. Miller (1978) e Winterhalder (1996) afirmaram que a capacidade de nucleação de algumas espécies de plantas pioneiras é de fundamental importância para os processos de recolonização de áreas degradadas. Robinson e Handel (1993) aplicaram a teoria da nucleação em restauração ambiental e identificaram que os núcleos promoveram o incremento do

---

<sup>1</sup> A Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, define que o processo de degradação ambiental é entendido como aquele em que há alteração adversa das características do meio ambiente (BRASIL, 1981).

processo sucessional ao facilitarem a chegada de novos elementos na paisagem. Whittaker e Jones (1994) concluíram que uma das formas mais eficientes e rápidas no processo de restauração é o plantio de plantas produtoras de frutos capazes de atrair uma grande variedade de agentes dispersores, propiciando, por conseguinte, núcleos de biodiversidade dentro da área degradada.

A instalação de poleiros artificiais, a transposição de solo, a semeadura direta e hidrossemeadura, a transposição de galharia, o plantio de mudas em ilhas de alta diversidade e a coleta de sementes com manutenção da variabilidade genética podem ser outras técnicas a serem utilizadas em áreas a serem restauradas aproveitando a regeneração natural (REIS et al., 2003) e permitindo a inclusão de outras formas de vida além das arbóreas (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001).

“A atividade de restauração, tendo como princípio básico a nucleação, tende a atuar sobre toda a diversidade dentro do processo de sucessão natural, tornando-se mais efetiva quanto mais numerosos e diversificados forem estes núcleos” (REIS; TRES & SHIMINSK, 2006, p.56). Diante disso, todas essas técnicas elencadas ao serem utilizadas conjuntamente tornam-se mais estratégicas em projetos de restauração. Todavia, o monitoramento do processo deve ser uma prática constante para alcançar o seu sucesso - a reconstituição da área degradada o mais próximo possível de sua condição original, tornando-a funcional (MARIOT et al., 2008).

O processo de restauração é gradual e em longo prazo, sendo que após sua implantação a própria natureza é a maior encarregada de sua continuidade e do incremento da biodiversidade local, tanto vegetal quanto em relação à fauna. Além disso, no decorrer do processo ocorrem condições de preservação do ambiente no que se refere à cobertura do solo, a melhoria das propriedades físico-hidrológicas dos solos (estruturação, infiltração e percolação); a recarga do lençol freático e a melhor administração dos recursos hídricos na bacia. (MARIOT et al., 2008).

As técnicas de nucleação vêm demonstrando viabilidade na restauração de áreas degradadas, vários trabalhos recentemente se destacaram ao usá-las: Sampaio (2006) em um trabalho de restauração realizado em pastagens abandonadas em florestas estacionais deciduais constatou que a utilização das técnicas como semeadura, transposição de serapilheira e plantio de mudas em núcleos foi positiva para o aumento da riqueza de espécies na regeneração da área. Barbosa et al. (2002) testaram a transposição de serapilheira sobre uma restinga degradada pela exploração mineral e constataram a eficiência da técnica. Nave

(2005) e Jakovac (2007) apontaram a viabilidade da transposição de banco de sementes para a restauração de uma área degradada pela mineração, testando a cobertura de toda e parte da área, em diferentes condições de impacto ambiental.

Essas experiências além de demonstrarem o avanço das pesquisas sobre a restauração também apontam a necessidade de expandir os projetos para todos os tipos de formações vegetais, já que, na maior parte das vezes, são realizadas em regiões mais úmidas e com regime climático menos severo como na Mata Atlântica.

Para Barbosa (2001) os ecossistemas mais estudados no Brasil, no âmbito da restauração, são os de mata ciliares e de galeria (Áreas de Preservação Permanente). Em vista disso, existem lacunas a serem preenchidas para tornar o processo mais eficiente e abrangente, são muitas as particularidades de cada um dos ecossistemas como a diversidade, os processos ecológicos e os fatores de degradação.

No Cerrado, por exemplo, pouco são os projetos de restauração, apesar dele possuir uma área “core” vasta - entre 1,5 a 2,0 milhões de Km<sup>2</sup> se consideradas as áreas periféricas encravadas em outros domínios e nas faixas de transição (COUTINHO, 2002), abrangendo grande parte dos estados do país, principalmente aqueles da região central.

Supõe-se que uma das causas para a pouca expressividade de trabalhos de restauração no Cerrado é influenciada justamente por essa vastidão, que é composta por um mosaico de cenários que variam em diversos tipos florestais, savânicos e campestres. Conseqüentemente, a variabilidade de *habitats* corrobora para uma alta diversidade de espécies de plantas e animais (EITEN, 1972; RIBEIRO; WALTER, 1998), condição que torna ainda mais complexa a reestruturação das relações sistêmicas no ambiente.

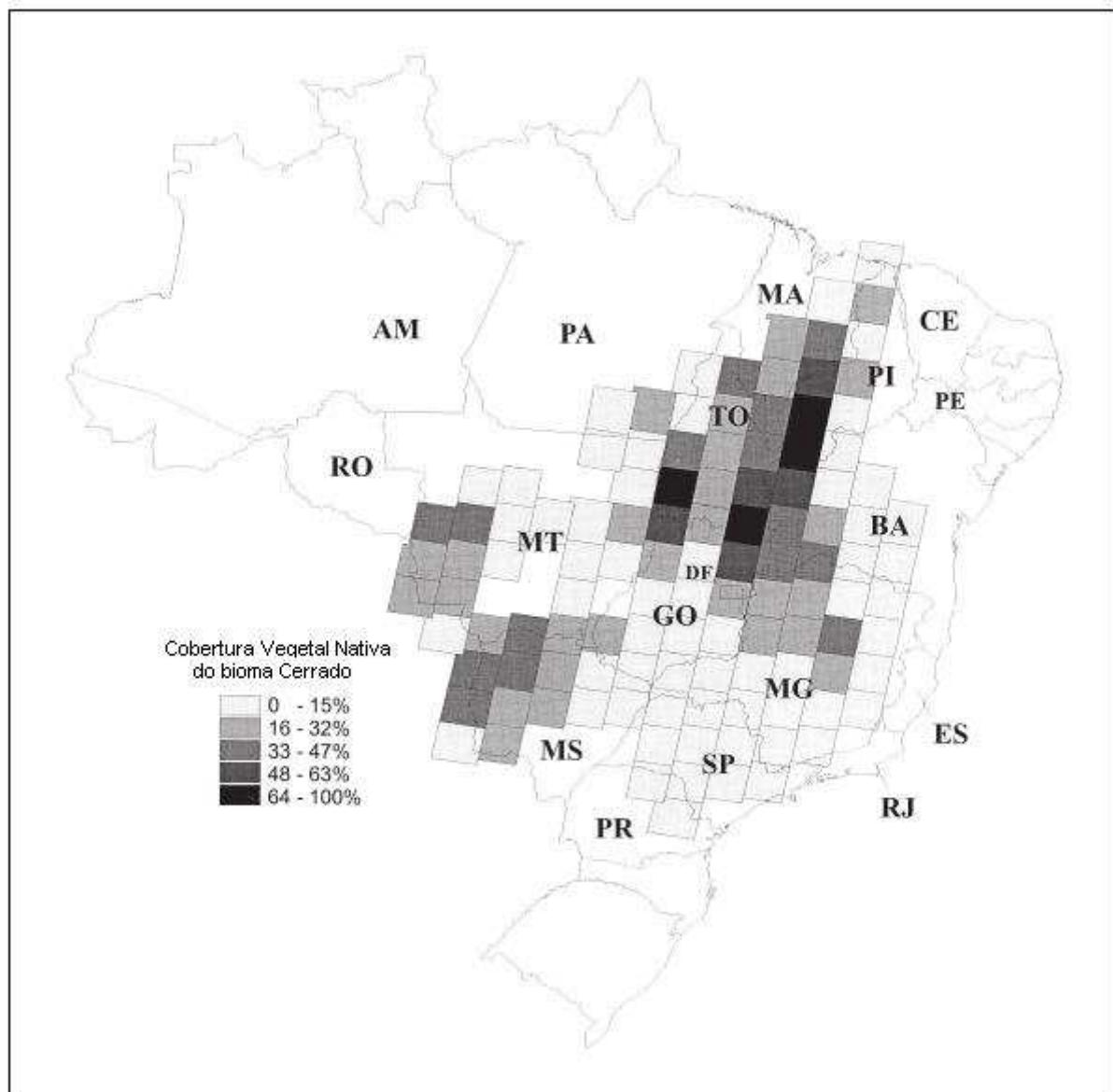
Contudo, os ambientes do Cerrado estão entre os mais ameaçados do mundo (CERRADO, 2009) e o reflexo desse contexto, em grande medida, são fragmentos de vegetação nativa, espalhados entre extensas áreas de criação de gado, monocultura de grãos e silvicultura, mais recentemente, a cana-de-açúcar e a soja (ESCOBAR, 2009).

Essas atividades pressionam os poucos remanescentes e dificultam o fluxo gênico dos organismos nos fragmentos, contribuindo para a maior intensidade da degradação ambiental e, por conseguinte, do risco de extinção de várias espécies, inclusive aquelas endêmicas. A rápida e complexa mudança de conversão de uso do solo torna urgente o desenvolvimento de pesquisas de restauração, bem como a criação de novas unidades de conservação para a proteção dos seus remanescentes. Outro ponto importante que justifica a preocupação com a conservação e preservação das áreas de Cerrado é a sua localização central combinada com a

sua elevação topográfica e alta concentração de nascentes, que o fazem ser o maior coletor e distribuidor de águas no país (GOODLAND & FERRI, 1979).

Desde o início da ocupação do Cerrado pela agricultura e pecuária este ecossistema vem perdendo em uma escala muito acelerada suas áreas naturais, especialmente, nas últimas décadas. Dias (1994) estimou que até a metade da década de 1980, 37% do Cerrado estava alterado. Quatro anos depois, Mantovani e Pereira (1998) calcularam que 49% do bioma estava fortemente antropizado e indicaram que os principais remanescentes do Cerrado estavam concentrados em sua porção nordeste – figura 1.

Figura 1 – Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat, 1998.

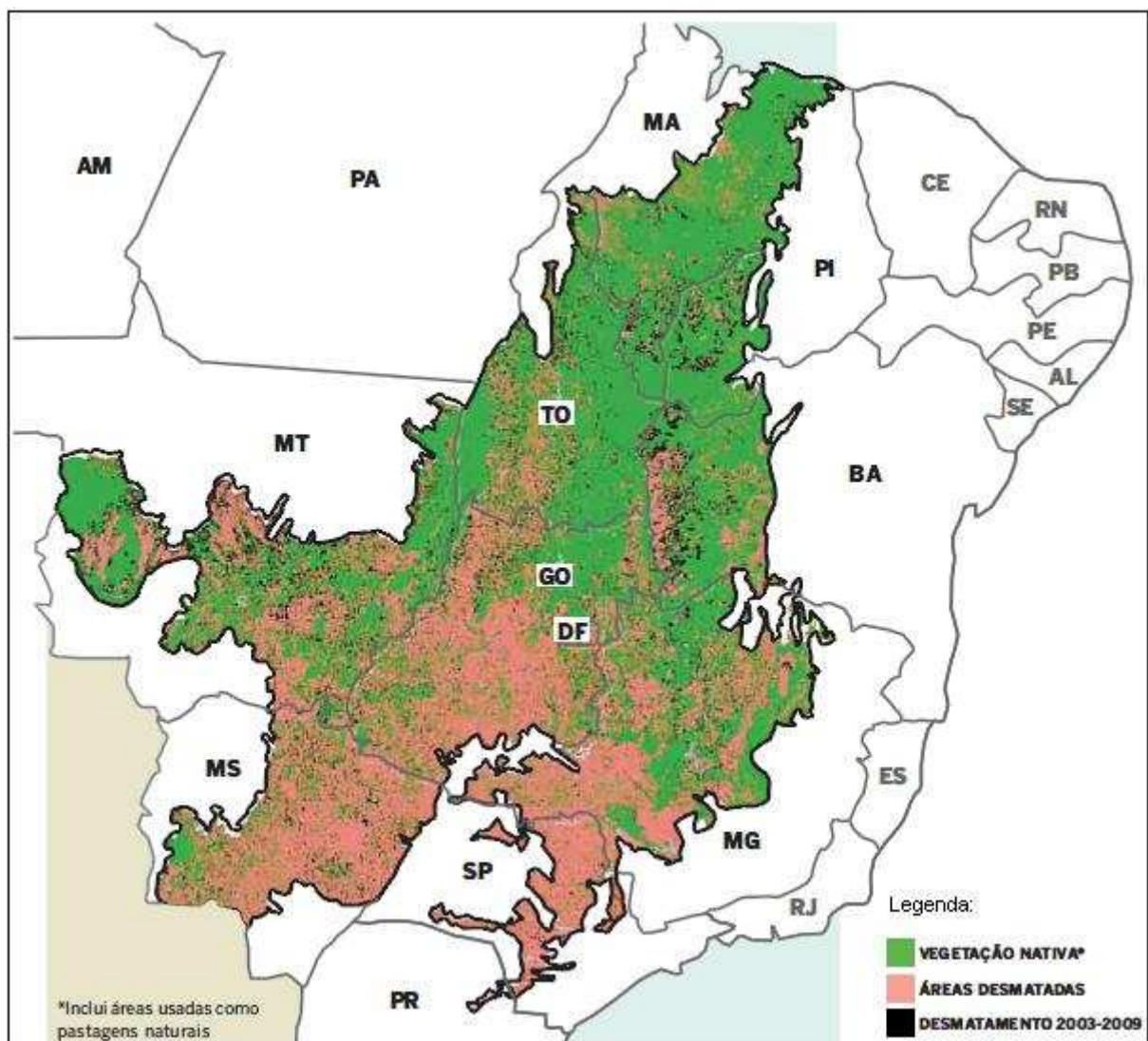


Fonte: Mantovani e Pereira (1998)

Myers et al. (2000) alertaram para o estado precário de conservação do Cerrado, quando mencionaram que 80% de sua área original já deveria ter sido convertida para áreas antrópicas, restando escassas áreas consideradas originais ou pouco perturbadas. Jepson (2005) estimou que a taxa anual de conversão do uso do solo das áreas de Cerrado entre os anos de 1999 e 2005 foi de 1,55%.

Mais recentemente, entre 2008 e 2009, foi constatada a expansão da devastação da biodiversidade do Cerrado para suas regiões preservadas ao norte, como em direção aos remanescentes localizados a oeste da Bahia, sul do Piauí e Maranhão, leste do Tocantins e centro-norte de Mato Grosso – figura 2.

Figura 2 – Expansão da devastação para áreas preservadas ao Norte do Cerrado.



Fonte: Laboratório de processamento de imagens e geoprocessamento (2009)

As áreas recentemente desmatadas correspondem basicamente à frente de ocupação e a expansão agropecuária no Brasil, principalmente, da soja. O estado do Maranhão é o que apresentou maior área desmatada, 2.338 km<sup>2</sup>, registrando a destruição de 1,1% do bioma. Em seguida vem Piauí com 0,75%, Bahia com 0,66%; Tocantins com 0,52% e Mato Grosso com 0,23% (PORTAL BRASIL, 2011).

Dados apresentados pelo programa de Monitoramento dos Biomas Brasileiros (PORTAL BRASIL, 2011) indicaram redução na taxa anual de derrubada do Cerrado, que era de 14.179 mil Km<sup>2</sup> entre 2002 e 2008, e caiu para 7.637 mil Km<sup>2</sup> entre 2008 e 2009. As causas elencadas foram o fortalecimento das medidas de combate ao desmatamento do Cerrado e a crise econômica de 2009.

Por outro lado, pode se considerar que as causas para tal redução advêm da mudança do ritmo de transformação do ambiente natural, o qual no século passado era muito superior ao da atualidade devido à disponibilidade de terras e dos maiores incentivos para o desmatamento.

E, também as diferenças nas áreas de remanescentes de Cerrado entre os autores relacionam-se tanto das questões técnicas e metodológicas empregadas, quanto das próprias dificuldades naturais de interpretação das imagens do bioma, impostas pela heterogeneidade de suas paisagens naturais e pelas condições climáticas na data de obtenção das imagens.

Contudo, é inegável que imensas áreas de vegetação original foram e continuam sendo desmatadas para dar espaço às atividades de produção, principalmente às monoculturas de grãos, soja e milho, seguida da produção de algodão e das pastagens, as quais, muitas vezes, são improdutivas.

Com base no estado precário de conservação do Cerrado e do despertar para ampliar os trabalhos de restauração, esta pesquisa se dedicou na aplicação de técnicas de nucleação e de controle de gramíneas invasoras em uma antiga área de pastagem antropizada e abandonada produtivamente, que estava encravada em meio a áreas de reflorestamento de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. da Duraflora S.A (ex-SATIPEL FLORESTAL Ltda.), na região de Cerrado no Triângulo Mineiro.

Assim, buscou-se dar o gatilho no processo de sucessão natural na área estudada facilitando processos de interação de comunidades a partir do uso de tratamentos de controle de plantas invasoras (biológico, manual sem arraste, químico, manual com arraste e sombreamento artificial) e também através das técnicas de nucleação (transposição do solo,

poleiros artificiais, abrigos para a fauna e plantio de mudas) avaliando os ganhos em relação aos elementos naturais do local.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Na antiga área de pastagem foram implantadas técnicas de restauração visando facilitar o processo de sucessão natural de forma mais espontânea possível. Para isso, foram utilizadas diversas técnicas de nucleação e de tratamento de controle de gramíneas exóticas.

Para as técnicas de nucleação pretendeu-se que: a transposição de solos resgatasse o banco de sementes, a biota do solo e a serapilheira dos fragmentos de vegetação próximos da área em restauração, favorecendo o desenvolvimento de diversas formas de vida vegetal e animal no local; os poleiros incrementassem a chuva de sementes e a riqueza de espécies; e os abrigos para a fauna, por sua vez, atuassem como refúgios artificiais para a fauna, na forma de alimentação e abrigo de consumidores e decompositores, além disso, criassem condições adequadas para o desenvolvimento de espécies adaptadas aos ambientes sombreados e úmidos e, o plantio de mudas, que estes, facilitassem a regeneração de espécies nativas e competissem com as gramíneas exóticas invasoras.

Além disso, foram testados e comparados tratamentos de controle das gramíneas exóticas (biológico, manual sem arraste, químico, manual com arraste e sombreamento artificial), pelos quais se buscou minimizar os impactos da degradação da área de estudo, em relação à descaracterização da vegetação.

### 1. Delimitação da área de estudo

A área da pesquisa foi denominada Unidade Demonstrativa das Técnicas de Restauração Ambiental (UDTRA) e está localizada no município de Indianópolis, MG (figura 3) entre as coordenadas geográficas ( $18^{\circ}50'15,4''$  -  $18^{\circ}50'18,4''$  de latitude Sul, e  $47^{\circ}52'34,6''$  -  $47^{\circ}52'30,1''$  de longitude Oeste (figura 4), na Fazenda Nova Monte Carmelo, propriedade da Duraflora S.A (ex-SATIPEL FORESTAL Ltda.).

Figura 3 – Municípios mineiros limítrofes à UDTRA, localizada na parte central da figura.



Fonte: Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais (2011)  
Org.: A autora

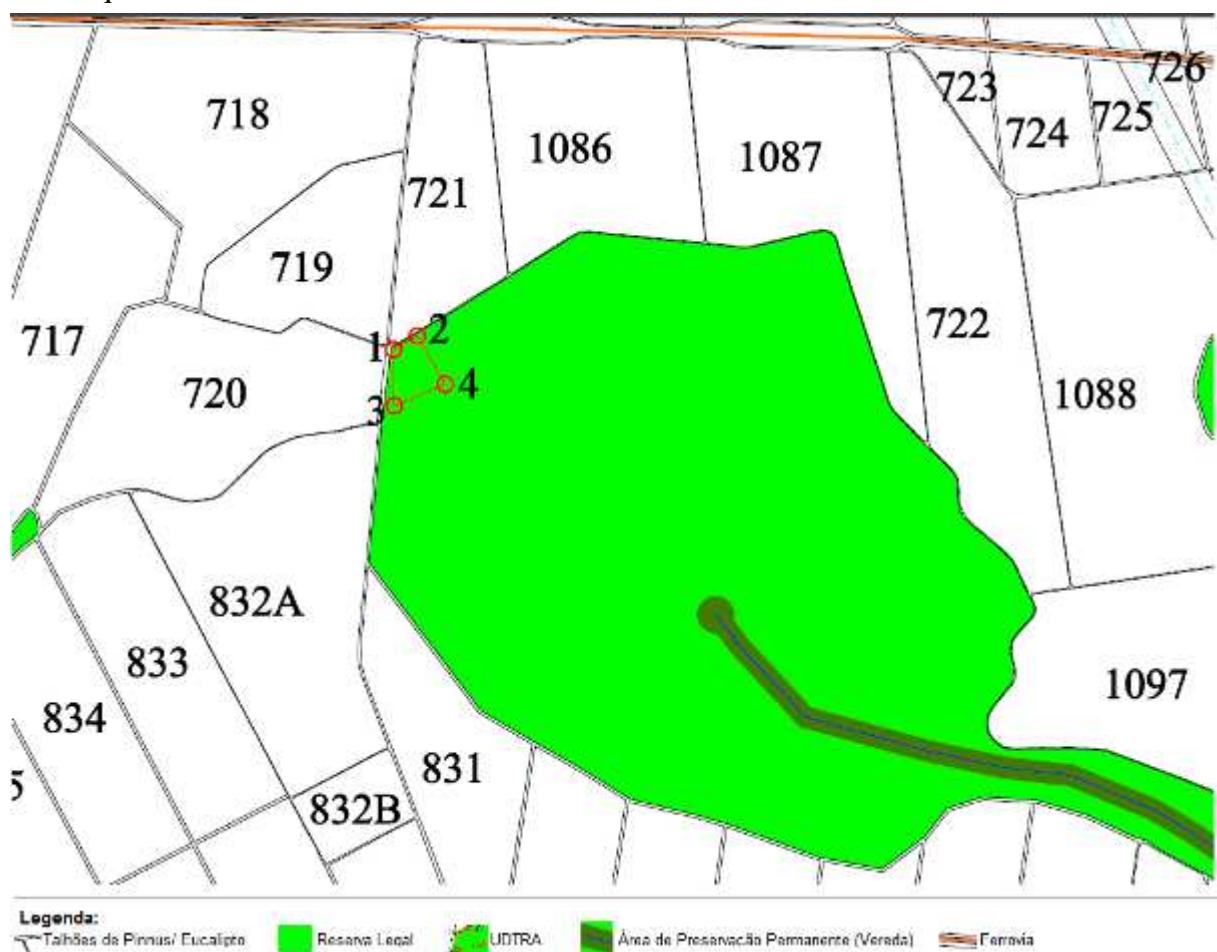
Figura 4 – Localização da UDTRA.



Fonte: Google Earth™ (2011)  
Org.: A autora

A área da UDTRA foi definida em aproximadamente um hectare no interior de uma antiga pastagem antropizada e abandonada, atualmente destinada como área de Reserva Legal, encravada ao redor de plantios de reflorestamento (croqui 1).

Croqui 1 – Área delimitada da UDTRA e seu entorno na Fazenda Nova Monte Carmelo.



Fonte: DURATEX S/A (2011)

Org.: A autora

A Fazenda Nova Monte Carmelo localiza-se no Km 574 da BR 365, no sentido Uberlândia - Patrocínio ( $18^{\circ}45'11''S$ ,  $47^{\circ}51'27,9''W$ ). Sua área está inserida na sub-bacia do rio Dourados, da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, englobando os municípios mineiros de Estrela do Sul, Nova Ponte, Romaria, Araguari e Indianópolis (TM & AP, 2010).

Segundo a deliberação normativa COPAM nº130, de 2009, a principal atividade realizada no empreendimento é a silvicultura, enquadrada no código G-03-02-6, de grande porte (MINAS GERAIS, 2009). A área total do imóvel é de 51.959,63 hectares, caracterizados sob diferentes classes de solos que variam de Latossolos Vermelhos; Vermelho-amarelo e Vermelho escuro, Neossolos Flúvicos e Gleissolos. O clima local é do tipo Aw (segundo a classificação de Köppen), com precipitação média anual de 1.410 mm e duas estações bem definidas, sendo a chuvosa (de outubro a abril) e a seca (de maio a setembro). A temperatura média anual é de  $21,9^{\circ}C$ , atingindo máximas de  $28,8^{\circ}C$  e mínimas de  $14,9^{\circ}C$  (TM & AP, 2010).

## **1.2 Solos e a vegetação da área de estudo**

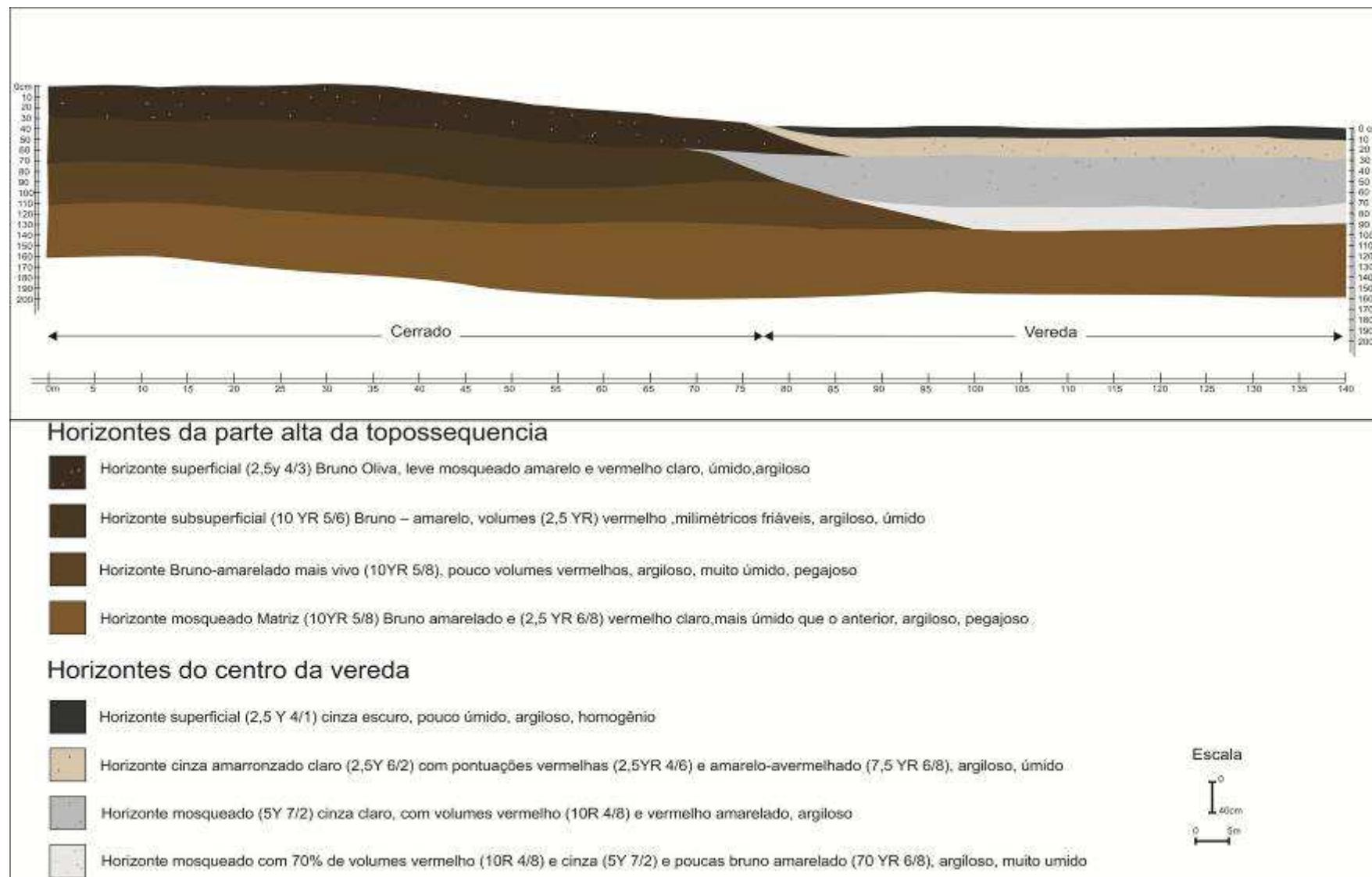
Antes do início da implantação das técnicas de restauração foram realizadas na UDTRA observações sobre a vegetação e as propriedades dos solos em relação à sua distribuição na topografia.

Para tanto, foi realizada coleta de solo para avaliação físico-química, de fertilidade e do teor e da natureza do carbono, bem como o estudo da toposequência correspondente à área a ser restaurada no sentido norte-sul (croqui 2). Além disso, houve a instalação de medidores de nível de água no solo e de um mini-posto climatológico.

A toposequência correspondeu aos 140 metros de comprimento da área e possuiu o desnível de seis metros entre o ponto mais elevado da montante e o menos elevado da jusante. Por meio de seu estudo, descobriu-se que a área apresentava condições distintas de solo e saturação hídrica, condição que influenciou diretamente na escolha das espécies arbóreas que seriam introduzidas e, principalmente, os locais nos quais seriam implantadas, buscando adequar a espécie em seu ambiente de melhor desenvolvimento.

As diferenças na vertente da UDTRA denotaram basicamente três zonas de saturação de solos (figura 5), sendo a área a montante constituída por solos bem drenados em um Latossolo Amarelo supostamente uma área anterior de cerrado aberto, em seguida, uma porção que corresponde à transição entre o Latossolo e um Gleissolo, este que compõe a jusante, a zona úmida, isto é, mal drenada, típica de ambiente de vereda.

Croqui 2 – Estudo da topossequência na UDTRA.



Fonte: A autora

Figura 5 – Distribuição das zonas na vertente da UDTRA.



Fonte: Google Earth™ (2011)

Org.: A autora

A zona bem drenada, perto de 3.528 m<sup>2</sup>, corresponde à área mais elevada do perfil do terreno, com altitude média de 985 metros.

Esta área, no período anterior à aplicação das técnicas de nucleação, se destacava como a zona de maior adensamento de gramíneas exóticas, principalmente, *Brachiaria* sp.; a braquiária e *Melinis* sp.; o capim gordura. Ocorria também a maior riqueza de plantas arbóreas nativas de Cerrado, entre elas: *Dimorphandra* sp., o barbatimão; *Solanum lycocarpum*, a lobeira; *Campomanesia* sp., a gabiroba e *Jacaranda* sp., a caroba. Além dessas árvores, uma espécie exótica de *Pinnus* sp., podia ser encontrada em grande quantidade.

As espécies arbóreas nativas não ultrapassavam dois metros de altura e suas copas eram baixas e ralas. Apesar disso, contribuíam para que a zona bem drenada detivesse em torno de dois por cento de cobertura arbórea, o máximo encontrado em todas as zonas da UDTRA.

Em relação às espécies arbustivas, em menor proporção nesta área, foram observadas: *Vermonia* sp.; o assa-peixe e *Baccharis dracunculifolia*; o alecrim-do-campo ou a vassourinha.

Assim, o perfil da cobertura vegetacional na zona bem drenada seguia a configuração crescente de espécies: arbustiva - arbórea - herbácea (principalmente exóticas), distribuídas sob a superfície de um solo de matriz bruno-oliva (MUNSELL, 1975).

A zona de transição, de aproximadamente 2.592 m<sup>2</sup> e de altura média de 982 metros, ocupa as bordas de uma vereda, mesmo sendo esta quase que imperceptível devido à intensa ocupação pela pastagem. No entanto, se destacam nesta zona desníveis topográficos configurados pela presença de alguns morros (entre um e dois metros de altura), ocupados preferencialmente por indivíduos arbóreos e arbustivos, ao contrário das áreas planas que até então eram ocupadas fundamentalmente por espécies herbáceas exóticas e nativas.

Em relação ao perfil da cobertura vegetal, o estrato herbáceo prevalecia, sendo formado em maior parte pela presença de gramíneas exóticas braquiária e capim gordura, em competição com as gramíneas nativas. Entre elas destacam-se: *Andropogon bicornis*; o rabo-de-burro e *Andropogon leucostachyus*; o capim-colchão. Associado, encontrava-se, o estrato arbustivo que assumia a maior cobertura vegetacional com as espécies também existentes na zona bem drenada, especialmente o alecrim-do-campo em maior quantidade, em conjunto com o assa-peixe e com a *Acyrocline satureoides*; a macela. A riqueza e a diversidade de espécies arbóreas nativas eram limitadas, sendo elas: *Tabernaemontana solanifolia*; o leiteiro e *Pouteria torta*; a curriola e, contrastando com essas espécies, era encontrada uma grande quantidade de *Pinnus* sp.

Portanto, o perfil dos estratos vegetativos da zona de transição era formado de forma crescente pelas espécies: arbóreas - arbustivas - herbáceas (principalmente exóticas), distribuídas sob a superfície de um solo de matriz bruno-oliva, pouco úmido, tendendo a cinza escuro (MUNSELL, 1975).

A zona úmida, uma área de quase 3.960 m<sup>2</sup>, é a parte mais baixa do relevo, em média 981 metros de altitude. Esta área corresponde ao centro de uma vereda, a qual encontra-se impactada ambientalmente em termos de cobertura vegetal e condições do solo. Nas observações de campo, no período anterior a implantação das técnicas de restauração, verificou-se que o horizonte superficial do solo nessa área era de uma matriz de coloração diferenciada das zonas anteriores, cinza escuro, típica de ambientes úmidos (MUNSELL, 1975). Além disso, em sua paisagem, foi observado o aumento do número de morros em relação ao tamanho da área, todavia ocupados exclusivamente por herbáceas.

Nessa zona inexistia o estrato arbóreo. As espécies arbóreas eram representadas por poucos indivíduos, como aqueles anteriormente citados na zona bem drenada e de transição.

O estrato herbáceo, por sua vez, tinha como espécie predominante o capim-colchão, em seguida a braquiária e o capim-gordura.

Diante dessa observação, o perfil vegetacional da zona úmida, em ordem crescente de abundância de espécies é: arbustiva - herbácea (principalmente nativa).

### **1.2.1 Coleta das amostras de solo**

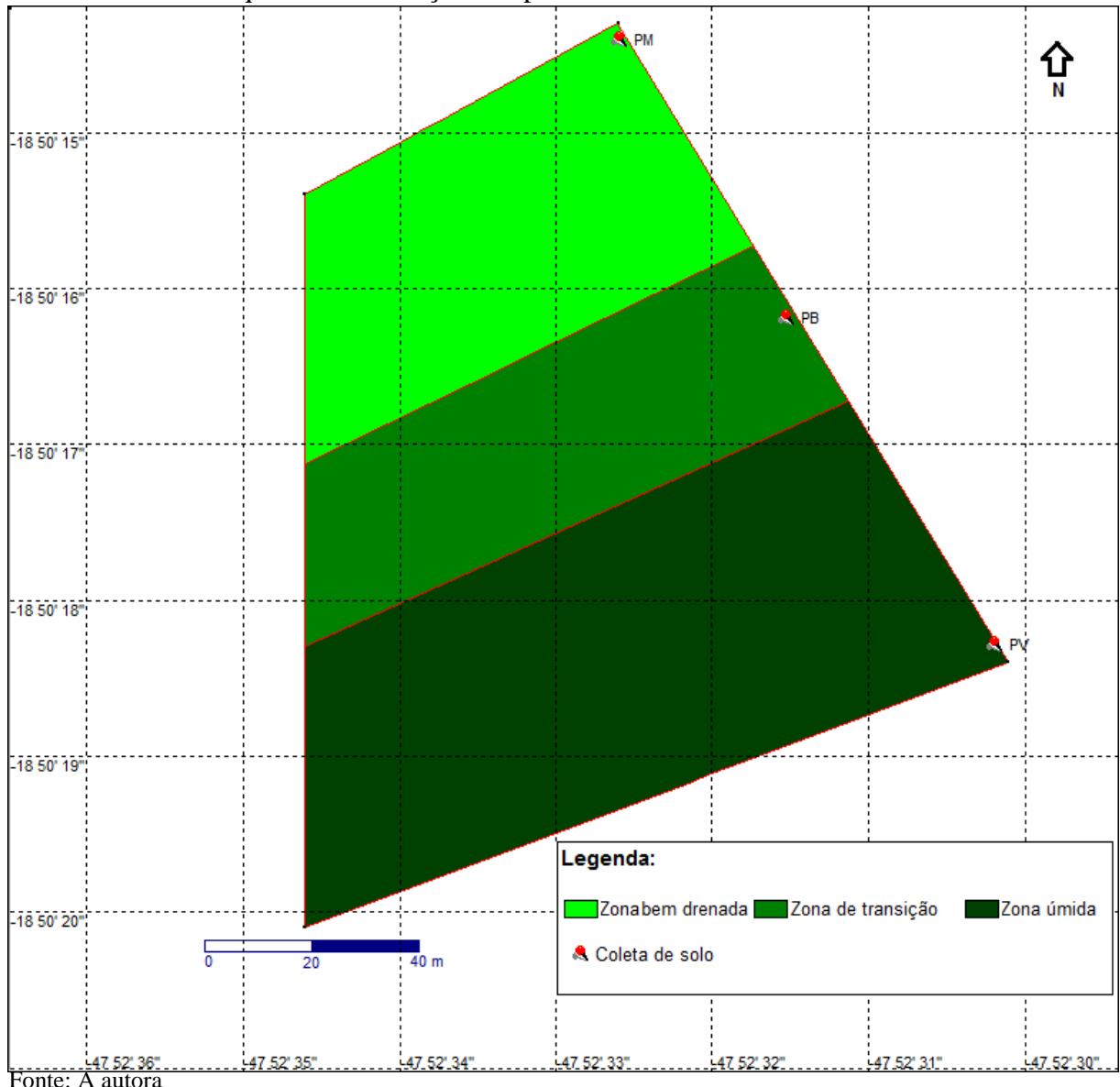
Foram coletadas amostras para avaliação das condições físico-químicas, de fertilidade dos solos e do teor e da natureza do carbono. Estes resultados deram suporte para o melhor conhecimento das condições ambientais em que estavam sendo inseridas as técnicas de restauração.

As amostras de solo foram coletadas em trincheiras abertas em três posições da vertente, respectivamente, em cada zona específica da área descrita anteriormente (bem drenada, transição e úmida) (croqui 3).

O primeiro ponto, o PM, foi definido a montante da topossequência, nas coordenadas 18°50'14,3"S e 47°52'32,6"W, seguido pelo ponto na transição da topossequência, PB, nas coordenadas 18°50'16,2"S e 47°52'31,5"W e o ponto a jusante, PV, localizado nas coordenadas 18°50'17,5"S e 47°52'30,1"W (WGS 84).

A coleta de solos nesses pontos foi realizada nas profundidades entre 0-10 e 20-30 cm, com três réplicas em cada profundidade, o que corresponde seis amostras em cada ponto da vertente, para fins de cálculo da média e do desvio padrão nas análises.

Croqui 3 – Localização dos pontos de coleta das amostras de solo.



### 1.2.2 Análises laboratoriais das amostras de solo

As análises físico-químicas, de fertilidade dos solos e do teor e natureza do carbono foram realizadas nos laboratórios do Instituto de Química e de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e no Laboratório de Ecologia Isotópica da Universidade de São Paulo (USP). Os procedimentos analíticos foram os seguintes para:

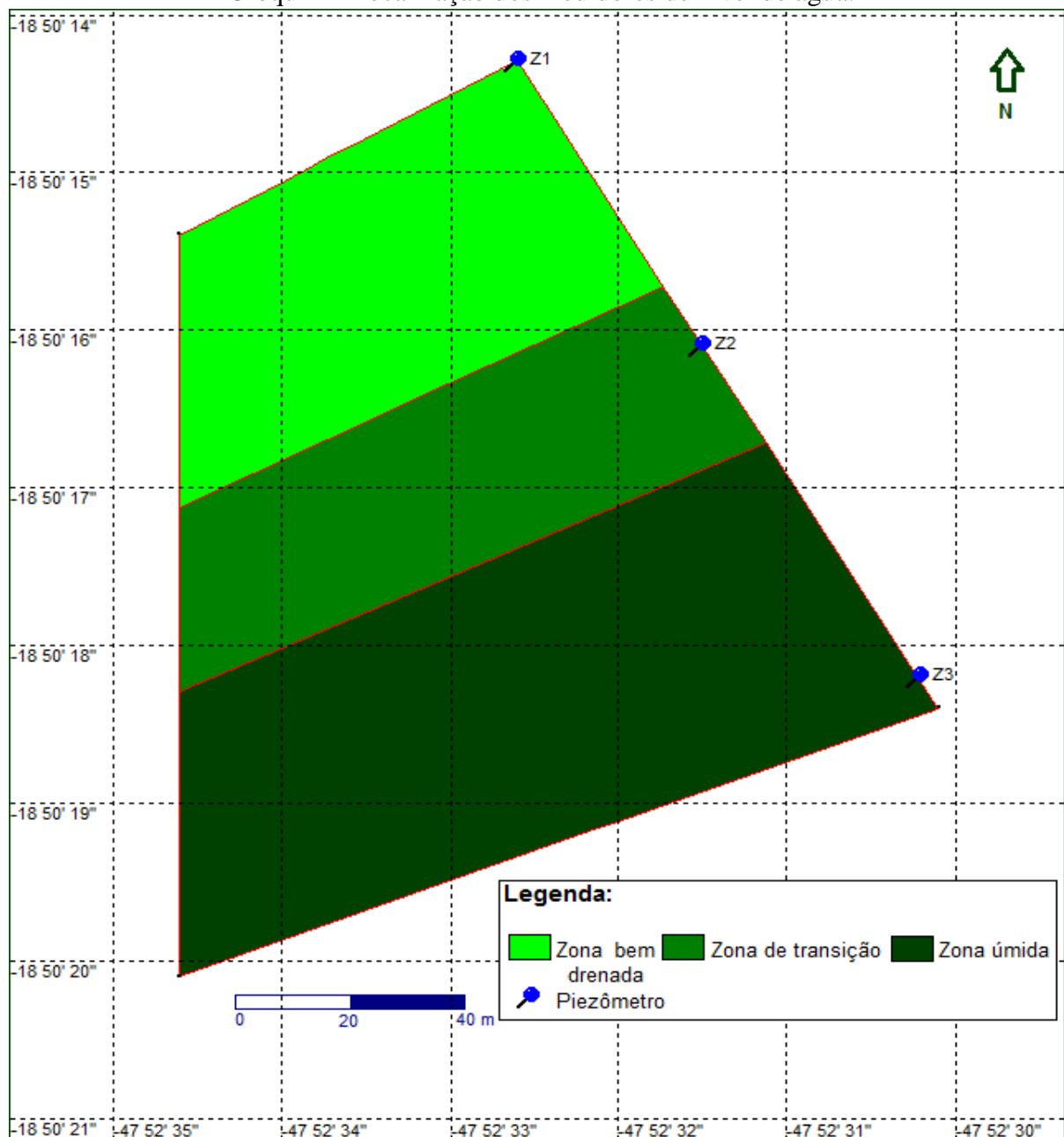
- **Granulometria:** A análise granulométrica foi realizada segundo o método de peneiramento e pipetagem em frações padronizadas (areia, silte e argila) proposto pela Embrapa (1997), sendo utilizado o hexametafosfato  $\text{Na}(\text{NaPO}_3)_{12}\text{ONa}$  e hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) como solução dispersante. A determinação da fração areia foi feita por peneiramento a úmido, a fração argila, por sua vez, por pipetagem e a fração silte foi obtida pela diferença entre a amostra total e a soma das frações areia e argila.
- **pH:** a determinação do pH do solo baseou-se na variação do pH em água e em solução de cloreto de potássio ( $\text{KCl}$  1N), de acordo com o princípio da variação do potencial em um eletrodo de vidro com a variação da atividade hidrogeniônica da solução em que ele está mergulhado, usando um eletrodo de referência (ALLEN,1974)
- **Cátions trocáveis ( $\text{Ca}^{+2}$ ;  $\text{Mg}^{+2}$ ;  $\text{K}$  e  $\text{Al}^{+3}$ ):** a extração e a determinação de cálcio, magnésio e potássio trocáveis foi realizada com solução normal de acetato de amônio ( $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$  1N) e seus teores determinados no extrato. Já o alumínio foi extraído utilizando extrato de cloreto de potássio ( $\text{KCl}$  1N), como previsto na metodologia de Allen (1974).
- **Concentração do carbono orgânico total (%C) e natureza do carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ):** para a determinação da concentração de carbono orgânico (%C) e natureza do carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) as amostras de solo foram secas a  $50^\circ\text{C}$  até peso constante, em seguida, raízes e outros resíduos vegetais foram removidos por catação e peneiramento. Para a remoção do material vegetal remanescente houve a flotação das amostras em ácido clorídrico ( $\text{HCl}$  0,01M) e, posteriormente, peneiramento em malha de  $210\mu\text{m}$ .

O carbono isotópico ( $\delta^{13}\text{C}$ ) e o carbono orgânico total (%C) foram determinados usando o analisador *Carlo Erba Analyser CHN-1110* (Milão, Itália), anexado a um espectrômetro de massa *Optima Thermo Finnigan, Plus Delta* (Bremen, Alemanha). As incertezas analíticas variaram em média 0,3-0,5‰. Os teores de carbono orgânico total foram expressos em porcentagem e do carbono isotópico em  $\delta^{13}\text{C}$  ‰.

### 1.2.3 Instalação de medidores de nível de água no solo

No mês de agosto de 2010 (estação seca), foram instalados, próximo ao local da coleta das amostras de solo, três medidores de nível de água no solo de dois metros de profundidade para a avaliação de curto prazo da flutuação do lençol freático em cada zona estabelecida na UDTRA (croqui 4).

Croqui 4 - Localização dos medidores de nível de água.



Fonte: A autora

Um dos medidores, o Z1, foi instalado na zona bem drenada, a montante ( $18^{\circ}50'14,3''S$ ,  $47^{\circ}52'32,5''W$ ), o segundo, Z2, na zona de transição ( $18^{\circ}50'16,1''S$ ,  $47^{\circ}52'31,5''W$ ) e o terceiro, Z3, na zona úmida ( $18^{\circ}50'18,2''S$ ,  $47^{\circ}52'30,2''W$ ) (WGS 84). O monitoramento foi realizado quinzenalmente, entre agosto de 2010 e dezembro de 2011, utilizando uma trena que possuía em sua extremidade um cordão de lã.

### **1.3 Instalação do mini-posto climatológico**

No mini-posto climatológico foram instalados os seguintes equipamentos: abrigo meteorológico, termômetro de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e pluviômetro. A leitura direta desses aparelhos corroborou para o registro do comportamento dos elementos climatológicos na região próxima a UDTRA, já que para facilitar a coleta diária de dados o mini-posto foi instalado na portaria central da Fazenda Nova Monte Carmelo, localizada quase 10 km da área de estudo.

Em outubro de 2010 se iniciou as observações no mini-posto com a ajuda de funcionários da Fazenda, as leituras dos aparelhos eram realizadas uma vez ao dia, no horário de nove horas da manhã, correspondente ao horário de 12 horas em Londres. Durante o horário de verão, as leituras também foram adiadas em uma hora, sendo então efetuadas às 10 horas. As leituras se encerraram em dezembro de 2011.

### **1.4 As técnicas de restauração: instalação do experimento na área de estudo**

#### **1.4.1 Tratamentos de controle das gramíneas exóticas**

A implantação das técnicas de restauração segundo preceitos da nucleação na UDTRA se iniciaram no mês de julho de 2010 com a delimitação da área em

aproximadamente um hectare e a capina de 143 pontos de aproximadamente três metros quadrados cada, distribuídos aleatoriamente.

Após essa primeira intervenção na área, optou-se por realizar o coroamento das espécies vegetais nativas pré-existentes a fim de favorecer o desenvolvimento das plantas, além disso, foram criados caminhos, por meio da capina, entre as parcelas visando facilitar o deslocamento e a operacionalidade na aplicação das técnicas de nucleação.

No decorrer do estudo foram executadas três manutenções de capina e coroamento, no intervalo de dois meses (agosto, outubro, dezembro de 2010).

Na tentativa de reduzir a densidade das gramíneas exóticas na UDTRA foram implantadas aleatoriamente cinco formas alternativas de tratamento, sendo quatro delas aplicadas em um corredor específico para cada tratamento. O corredor era de quase quatro metros de largura por 70 metros de comprimento, no sentido leste-oeste na área. A última forma alternativa de tratamento foi aplicada em quatro áreas de quase seis por seis metros:

#### **1.4.1.1 Tratamento biológico**

Em dezembro de 2010, na zona bem drenada foi criado um corredor por meio da capina manual com enxadão (foto 1).

Foto 1 – Corredor do tratamento biológico – mar. 2011.



Fonte: A autora

Neste corredor foram plantadas, numa distância aleatória, o total de 238 mudas de gramíneas nativas de cerrado, das espécies rabo-de-burro e capim-colchão. Essas mudas foram transpostas de uma área vizinha à zona úmida, localizada mais ao centro da antiga área de vereda. Houve três manutenções referentes a capina das gramíneas exóticas, concorrentes das gramíneas transpostas. A primeira delas, após dez dias da transposição, a outra após três meses (março de 2011) e, por fim uma após quatro meses (abril de 2011) da formação do corredor pelas nativas. O monitoramento dessa técnica, por sua vez, ocorreu constantemente nos dois primeiros meses após o plantio e, em seguida, com a frequência trimestral de contagem de mudas com aspecto verde.

#### **1.4.1.2 Tratamento manual com arraste**

No início de março de 2011, próximo ao primeiro tratamento, também a montante, foi aberto um corredor por meio da capina manual com enxadão. Neste tratamento, as gramíneas exóticas eram arrancadas com a maior parte possível de raízes, sendo o volume produzido de resíduo orgânico arrastado e amontoado em alguns pontos ao lado do corredor, a fim de deixá-lo com o solo exposto ao máximo (foto 2).

Foto 2 - Corredor do tratamento manual – abr. 2011.



Fonte: A autora

Não foram dadas manutenções de capina neste corredor e o monitoramento de sua ocupação pelas gramíneas e outros indivíduos ocorreu por meio de observações mensais, entre março a dezembro/2011.

#### **1.4.1.3 Tratamento químico**

Na zona de transição no limite com a zona bem drenada, foi formado também em março de 2011 outro corredor a partir da capina com o arranque da maior parte de raízes das gramíneas exóticas. Passado o período de um mês (abril de 2011), foi aplicado, na parte foliar das gramíneas que havia rebrotado, um herbicida a base de derivados da glicina (glyphosate), após essa aplicação não foram realizadas manutenções de combate às gramíneas exóticas na área deste corredor, e o seu monitoramento ocorreu de forma semelhante ao descrito no tratamento anterior (foto 3).

Foto 3 - Corredor do tratamento químico – abr. 2011.

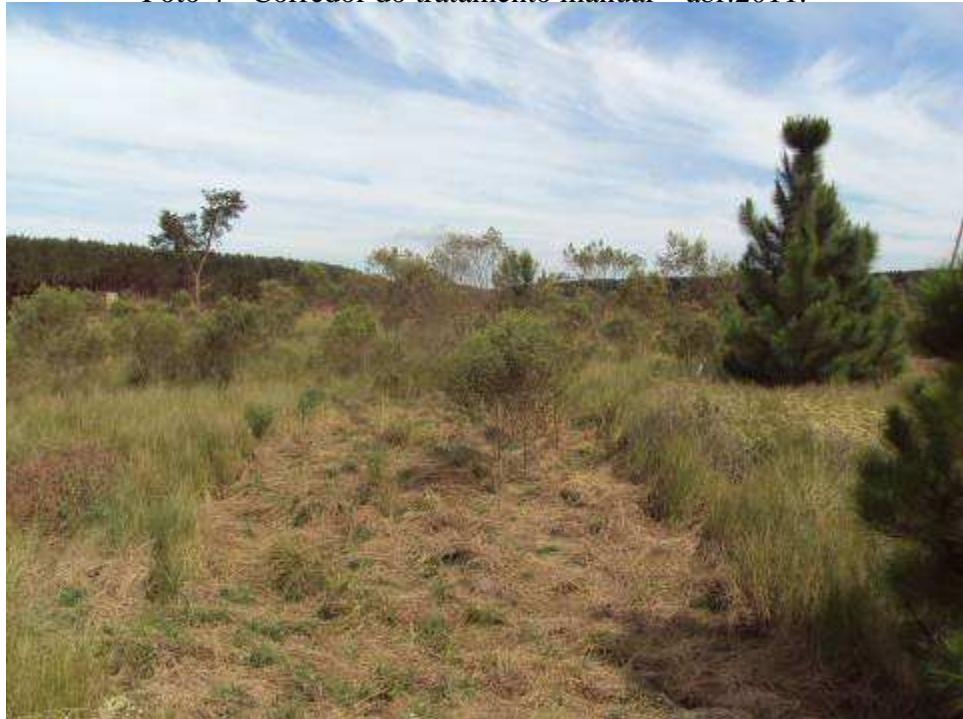


Fonte: A autora

#### **1.4.1.4 Tratamento manual sem arraste**

No mês de abril de 2011, na zona de transição, próximo ao tratamento químico, foi criado mais um corredor com base na capina manual via enxadão, visando à retirada da maior parte de raízes, contudo, todo o material residual foi deixado recobrindo o solo, seguindo o cuidado de expor as raízes das gramíneas roçadas ao sol (foto 4). Não foram dadas manutenções de capina e o monitoramento da ocupação pelas gramíneas e outros indivíduos ocorreu pelas observações mensais, entre abril a dezembro/2011.

Foto 4 - Corredor do tratamento manual – abr.2011.



Fonte: A autora

#### **1.4.1.5 Tratamento de sombreamento artificial**

Em outubro de 2010, próximo à estrada principal de acesso a UDTRA foram expostas quatro lonas de cinco por quatro metros, enceradas e a base de polietileno, sendo duas dessas distribuídas na zona bem drenada e as outras duas na zona de transição (foto 5).

Foto 5 – Uma das lonas utilizadas no tratamento de sombreamento artificial.



Fonte: A autora

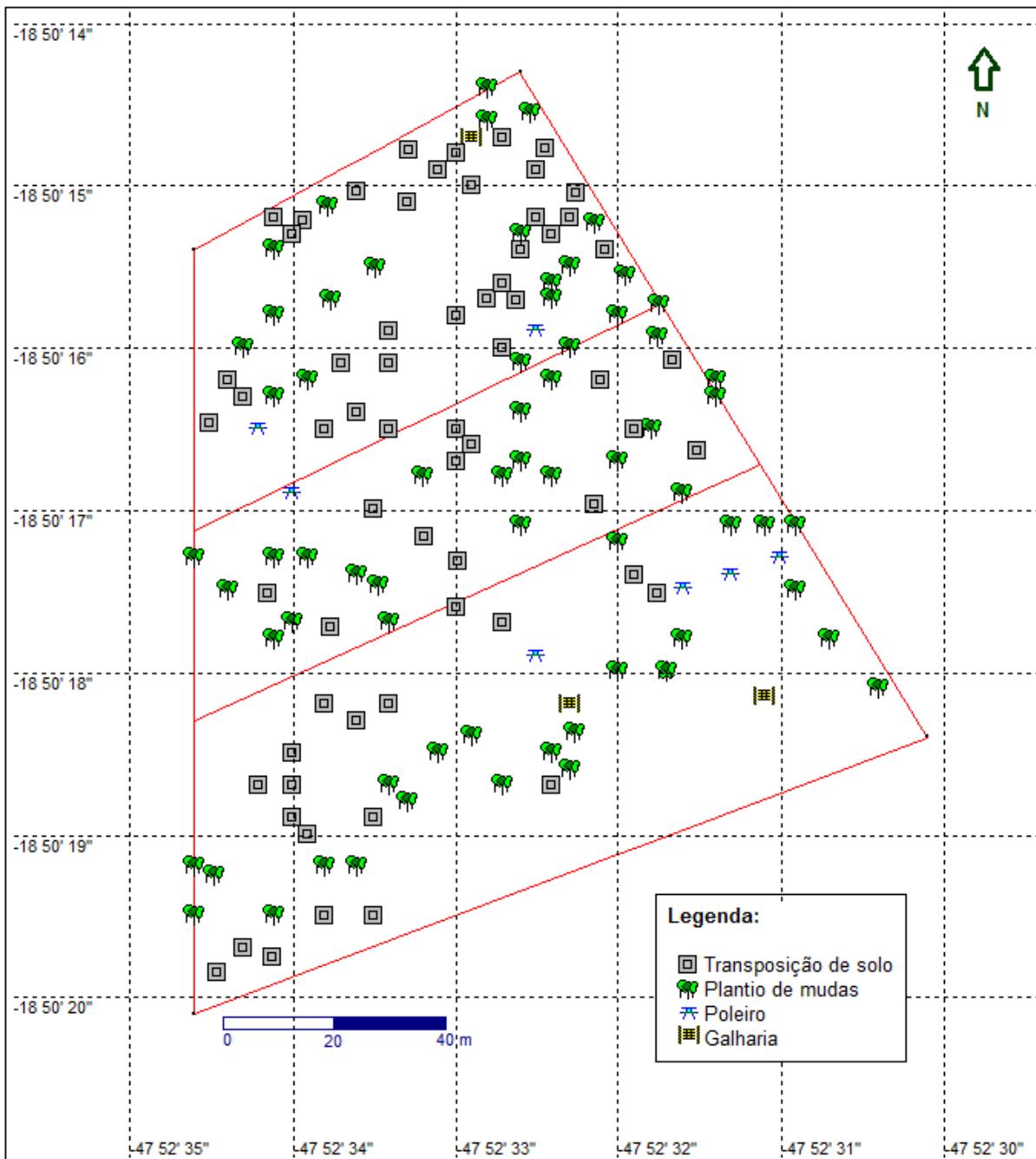
O monitoramento deste tratamento ocorreu por meio de observações da ocupação e desenvolvimento das gramíneas entre outros indivíduos vegetais antes e depois de cada retirada das lonas, no período de outubro/10 a dezembro/11.

#### **1.4.2 Técnicas de restauração com base na nucleação**

As técnicas de nucleação ocuparam não mais do que cinco por cento da área total. Deste modo, a sua maior parte está sujeita à regeneração natural. Essa distribuição visou facilitar a operacionalidade de aplicação das técnicas de nucleação, bem como tornar a matriz mais permeável e, por conseguinte, aumentar a conectividade dos remanescentes naturais desta paisagem no decorrer do tempo (ESPÍNDOLA et al., 2006).

A distribuição espacial das diferentes técnicas nucleadoras na área, assim como, a quantidade de parcelas representantes de cada técnica ocorreu de forma aleatória (croqui 5):

Croqui 5 - Distribuição espacial das técnicas nucleadoras na UDTRA.



Fonte: A autora

Além desse critério de distribuição espacial foi seguida a recomendação de Espíndola et al. (2006, p.04), “cada técnica deverá ser implementada na área degradada em um gradiente de tempo diferente ou em uma ordem cronológica distinta de acordo com as funções empenhadas por cada uma”, também se levou em consideração as condições físicas (estação climática do período e condições edáficas), bem como biológicas (seres vivos dispersores, polinizadores, consumidores e predadores) destes elementos na área.

Durante o monitoramento de cada técnica eram executadas manutenções nas áreas das respectivas parcelas, como o reforço de sua demarcação, capina das plantas invasoras e coroamento.

#### **1.4.2.1 Transposição de solo**

Em setembro de 2010 foi instalada a primeira técnica, a transposição de solo, a qual contava com a camada superficial de solo e mais a serapilheira, num total de 30 parcelas. Optou-se por realizar outra etapa de sua aplicação em dezembro de 2010, também com 30 parcelas, todavia, utilizando somente a camada superficial de solo. Por meio desse intervalo entre as aplicações foi possível intercalar duas condições climáticas do ano, a primeira etapa num período mais seco e a seguinte no mais úmido.

No total foram realizadas 60 transposições superficiais, de aproximadamente um metro quadrado de área de solo e de mais ou menos 15 a 20 cm de profundidade, que é a camada mais rica em matéria orgânica; a fim de resgatar o banco de sementes e a biota do solo.

Os remanescentes de vegetação escolhidos como área fonte de material transposto seguiram basicamente dois critérios: serem de fisionomia vegetacional similar com o que se suspeita que havia na área de estudo no período anterior as intervenções antrópicas, assim como ao que era esperado para a UDTRA. Além disso, por estarem próximos da área a ser recuperada, conforme prevê Reis et al. (2003).

O material transposto das áreas fonte era retirado com a ajuda de pás, enxadão, enxada, facas e trena, formando aparentemente um tapete de solo. Em alguns momentos, quando o solo desagregava, foi necessária a coleta por partes de solo, ou seja, em partes menores até completar a área desejada para a transposição.

O material retirado era disposto em pedaços firmes de papelão, os quais eram carregados embrulhados em lonas até chegarem às respectivas parcelas de transposição, as quais eram delimitadas por barbantes a fim de facilitar o seu monitoramento. Nessas parcelas foram confeccionadas covas de mesma dimensão do material transposto para recebê-lo.

A comparação da evolução dos núcleos de transposição de solo foi realizada bimestralmente pelo monitoramento de parâmetros qualitativos e quantitativos, com base na

observação das seguintes características: plântulas emergentes do solo e porcentagem de massa verde cobrindo a parcela. Além disso, foram demarcadas quatro parcelas como controle, a fim de servirem também como base de comparação. Essas parcelas não receberam nenhum tipo de material transposto, todavia, foram capinadas.

A seguir, uma sequência de imagens que ilustram o processo de implantação da técnica de transposição de solos (foto 6):

Foto 6 – Implantação da técnica de transposição de solos.



Fonte: A autora

NOTAS: a) remanescente de vegetação escolhido como área fonte de material transposto; b) material transposto sendo retirado; c) condições de transporte das transposições e d) parcela de transposição de solo na UDTRA.

### 1.4.2.2 Abrigos para a fauna

Após a primeira etapa de instalação das transposições, em setembro de 2010, inseriu-se na área de estudo a técnica dos abrigos para a fauna. Para a realização dessa técnica foi necessário o acúmulo de galhos, tocos e resíduos florestais, dispostos em quatro parcelas em formas de núcleos e aglomerados, como recomendações de Espíndola et al. (2006) (foto 7).

Essa técnica foi implantada particularmente no intuito de enriquecer ambientes de refúgio para fauna, servindo mais como um atrativo na área pesquisada e também como uma das formas de facilitar a interação da fauna local com as outras parcelas de nucleação. O seu monitoramento não ocorreu de forma direta e pontual, ou seja, em cada parcela da técnica. Mas houve a observação, nos dias de campo, da presença e de vestígios da fauna na área total da UDTRA. Isso ocorreu por se acreditar na grande influência dessa técnica na área em restauração ao facilitar o abrigo e a movimentação da fauna pela área.

Foto 7 – Exemplo de abrigo para a fauna inserido na UDTRA.



Fonte: A autora

### 1.4.2.3 Plantio de mudas

A priori desejava-se a coleta de mudas nas áreas preservadas próximas a UDTRA, todavia, somente uma pequena quantidade (sete mudas) foi coletada nessas áreas, uma vez que se tornou inviável essa proposta pelas dificuldades estruturais de coleta (escassez de materiais e equipamentos específicos e longo tempo despendido) bem como pelo estágio avançado de rusticidade das mudas (longo enraizamento) e pela baixa diversidade encontrada para a proposta de restauração ambiental.

Diante disso, foi imprescindível para maior riqueza de espécies a parceria com viveiros, sendo a maior parte das mudas obtida por meio do apoio do Instituto Estadual de Florestas (IEF), localizado em Araguari (MG) e da empresa ENGESET, do Grupo Algar, em Uberlândia (MG). Ao todo foram obtidas 340 mudas de diversas espécies nativas do Cerrado:

Quadro 1 – Espécies nativas de Cerrado utilizadas na restauração ambiental.

NOME POPULAR*	NOME CIENTÍFICO*	INFORMAÇÃO ECOLÓGICA*	QUANTIDADE
Açoita cavalo	<i>Luehea candicans</i>	Secundária	6
Angico Chico Pires	<i>Pithecelobium incuriale</i>	Pioneira	7
Araçá	<i>Psidium cattleianum</i>	Pioneira	17
Araticum	<i>Annona crassiflora</i>	Pioneira	7
Aroeira do sertão	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Pioneira	13
Aroeirinha vermelha	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Pioneira	16
Baru	<i>Coumarouna alata</i>	Secundária	3
Cagaita	<i>Eugenia dysenterica</i>	Secundária	13
Candiúba	<i>Trema micrantha</i>	Pioneira	9
Capitão do campo	<i>Cordia sellowiana</i>	Pioneira	21
Cássia Mandurana	<i>Senna macranthera</i>	Pioneira	13
Chichá	<i>Manetia curiosa</i>	Pioneira	4
Curriola	<i>Pouteria ramiflora</i>	Secundária	10
Embaúba	<i>Cecropia pachystachia</i>	Pioneira	20
Gabiroba	<i>Campomanesia pubescens</i>	Pioneira	12
Guapeva	<i>Pouteria torta</i>	Secundária	8
Ingá branco	<i>Inga laurina</i>	Pioneira	9
Ipê amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Secundária	19
Ipê branco	<i>Tabebuia roseo-alba</i>	Pioneira	2
Ipê rosa	<i>Tabebuia róseo</i>	Secundária	2
Jacarandá canzil	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Pioneira	3
Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Pioneira	6
Jatobá do cerrado	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Secundária	7

Quadro 1 – Espécies nativas de Cerrado utilizadas na restauração ambiental.

NOME POPULAR*	NOME CIENTÍFICO*	INFORMAÇÃO ECOLÓGICA*	QUANTIDADE
Mama cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Pioneira	11
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>	Pioneira	4
Murici	<i>Brysonima basiloba</i>	Secundária	10
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Pioneira	5
Óleo copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Secundária	3
Pau ferro	<i>Connarus suberosus</i>	Secundária	7
Pente de macaco	<i>Apeiba tibourbou</i>	Pioneira	10
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>	Secundária	1
Peroba rosa	<i>Aspidosperma peroba</i>	Secundária	4
Pombeiro	<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Pioneira	5
Pororoca	<i>Rapanea guyanensis</i>	Pioneira	20
Sabão de bugre	<i>Sapindus saponaria</i>	Pioneira	10
Umburana	<i>Amburana cearensis</i>	Pioneira	2
Vinhático	<i>Plathymenia reticulata</i>	Pioneira	14
Não identificadas**	-	-	7
<b>TOTAL</b>			<b>340</b>

Org.: A autora

NOTAS: \* Lorenzi (2008; 2009; 2009a)

\*\* Espécies coletadas nas áreas preservadas próximas a área de estudo.

A escolha das espécies foi baseada num estudo realizado antes da implantação da UDTA, denominado projeto Oikos (2004), este, por sua vez, teve como objetivo geral caracterizar a cobertura vegetal das áreas de reserva legal da Fazenda Nova Monte Carmelo.

O projeto Oikos tornou-se uma referência para a pesquisa, uma vez que apontou espécimes vegetais existentes em áreas similares em relação ao que se acreditava que havia na área de estudo no período anterior das intervenções antrópicas.

Diante disso, foi organizada uma listagem geral de espécies nativas (quadro 2), que possivelmente se aproximavam da vegetação natural da área de estudo, a qual foi considerada como uma área de transição de vegetação temporariamente úmida (covoal/vereda) a seca (campo cerrado).

Quadro 2 - Espécies inventariadas pelo projeto Oikos.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
<i>Acacia polypylia</i>	Monjoleiro
<i>Acosmium subelegans</i>	Perobinha-do-campo; piuva-do-campo
<i>Aegiphila sellowiana</i>	Papagaio; tamanqueira
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Pau-marfim
<i>Anadenanthera sp.</i>	Angico
<i>Annona crassiflora</i>	Araticum
<i>Austroplenckia populnea</i>	Mangabeira-brava; marmelo do campo
<i>Bauhinia sp.</i>	Unha de vaca
<i>Bowdichia virgiliooides</i>	Sucupira
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	Mama cedula
<i>Brysonima basiloba</i>	Murici; murici-do-campo; murici-da-chapada
<i>Callisthene major</i>	Farinha-seca
<i>Caryocar brasiliense</i>	Pequi
<i>Cecropia pachystachia</i>	Embaúba
<i>Connarus suberosus</i>	Cabelo-de-negro; pau-ferro; arariba-do-campo
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Bálsamo; copaíba preta; óleo copaíba
<i>Couepia grandiflora</i>	Oiti de ema
<i>Didymopanax macrocarpum</i>	Mandioqueiro-do-cerrado, mandioquinha
<i>Dimorphandra mollis</i>	Falso barbatimão
<i>Diospyros burchellii</i>	Caqui do cerrado
<i>Duguetia lanceolata</i>	Pindaiva; pindaíba; pindauva; perovana.
<i>Eriotheca pubescens</i>	Embiruçu-peludo; colher-de-vaqueiro
<i>Erythroxylum sp.</i>	Pimentinha do mato
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Mercúrio-do-campo
<i>Eugenia dysenterica</i>	Cagaita
<i>Guapira noxia</i>	Guapira; carrapossa
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutambo
<i>Hancornia speciosa</i>	Mangaba
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá-do-cerrado
<i>Inga laurina</i>	Ingá-branco, ingá-chichica, ingá de macaco
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Caroba
<i>Licania humilis</i>	Marmelinho de ema; caratinguiba
<i>Machaerium aculeatum</i>	Jacarandá-de-espinho
<i>Machaerium opacum</i>	Jacarandá-do-cerrado
<i>Machaerium villosum</i>	Jacarandá-paulista; jacarandá-do-cerrado
<i>Maprounea guianensis</i>	Bonifácio, vaquinha, milho-torrado
<i>Matayba guianensis</i>	Camboatá
<i>Miconia albicans</i>	Quaresmeira-branca
<i>Micropholis venulosa</i>	Guariba
<i>Myracrodroum urundeuva</i>	Aroeira
<i>Myrcia tomentosa</i>	Goiaba-brava
<i>Ocotea corymbosa</i>	Canela; canela-fedida
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Candeia; paratudo; infalível
<i>Plathymenia reticulata</i>	Vinhático
<i>Pouteria ramiflora</i>	Curiola

Quadro 2 - Espécies inventariadas pelo projeto Oikos.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
<i>Pouteria torta</i>	Guapeva
<i>Rudgea viburnoides</i>	Erva-de-bugre
<i>Sclerolobium aereum</i>	Carvoeiro; craveiro, sucupira, sucupira-preta
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Angá; carvão de ferreiro; carvoeira; pau pombo
<i>Strychnos pseudoquina</i>	Quina do cerrado
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Barbatimão
<i>Styrax ferrugineus</i>	Limoeiro-do-mato
<i>Symplocos rhamnifolia</i>	Carne-de-anta
<i>Tabebuia ochracea</i>	Ipê-amarelo; ipê-cascudo; ipê-do-campo; ipê-pardo;
<i>Trema micrantha</i>	Trema
<i>Virola sebifera</i>	Pau sebo; ucuúba
<i>Vochysia cinnamomea</i>	Quina-doce, casaca-doce, pau-doce
<i>Xylopia aromática</i>	Pimenta de macaco

Fonte: OIKOS (2004)

Org.: A autora

No mês de outubro de 2010, foi realizado o plantio das mudas nas parcelas, seguindo a configuração de grupos espaçados de Anderson (1953), onde foram dispostas cinco mudas, semelhantes ou não em formato de “X”, numa distância uma da outra de aproximadamente meio metro. Essa configuração buscou favorecer em longo prazo o sombreamento das mudas centrais, muitas delas, espécies secundárias, a partir da escolha de espécies pioneiras para ocupar as laterais do grupo (foto 8).

Foto 8 – Introdução de mudas na área do experimento.



Fonte: A autora

As mudas ocupantes de cada parcela foram escolhidas em muitos casos, na proporção de uma muda de padrão de crescimento rápido para quatro de crescimento tardio, ou seja, árvores pioneiras e secundárias, além disso, segundo o formato e altura de formação de copa, preferindo mudas que permitissem vários estratos. Outro ponto observado para a definição das mudas da parcela foi a localização destas de acordo com a zona (bem drenada, transição ou úmida), dando preferência para as mudas, que segundo informações ecológicas, se desenvolviam melhor em cada ambiente.

Os três primeiros meses após o plantio da mudas foi considerado como um período de aclimatação das espécies na área, já que não foram utilizadas técnicas sofisticadas no plantio, como a adubagem e a correção da acidez do solo, o único cuidado que houve foi a irrigação, a qual ocorreu minimamente, mais ou menos uma vez por semana, durante o primeiro mês, isso somente foi necessário devido ao veranico nesse período.

A avaliação da técnica de plantio de mudas passou a ocorrer a partir do período considerado de aclimatação (janeiro de 2011), de forma mensal, sendo mensurado por meio de uma régua graduada, o crescimento em altura total da planta, e pelo uso do paquímetro, o diâmetro do caule a altura do colo da planta (DAC), além disso, o índice de sobrevivência de cada espécie e de forma geral.

#### **1.4.2.4 Poleiros**

Em outubro de 2010, foi implantada na área de estudo a última técnica de nucleação utilizada no experimento, a dos poleiros artificiais, compostos por galhos secos de pinus e de eucaliptos. De acordo com Reis et al. (2003) atuam como uma estrutura de repouso e observação para as aves e outros animais usuários. Na área de estudo foram armadas sete estruturas (Foto 9).

Os poleiros foram monitorados via observação à distância em horários matutinos e pela presença de vestígios de aves, como penas, excrementos, entre outros na área basal de sua estrutura.

Foto 9 – Poleiros como técnica de nucleação inserida na área de pesquisa.



Fonte: A autora

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **1. Análises do solo**

Os atributos físicos do solo como a textura, a densidade das partículas, a densidade do solo, a estrutura e a estabilidade dos agregados têm grande importância no processo de recuperação de áreas por estarem diretamente relacionados com a permeabilidade do solo e sua resistência à erosão. O arranjo do espaço poroso do solo é influenciado por diversas variáveis, sendo a textura a mais estável e importante no que se refere à descrição, identificação e ao comportamento do solo. Em função da textura, o solo responde de forma diferente aos fenômenos, principalmente aos de ordem hídrica (PINHEIRO & PONS, 2008).

Na área experimental da UDTRA o solo foi classificado como muito argiloso, nas duas profundidades analisadas (tabela 1). Na profundidade de 0-10 cm, os teores médios de argila variaram de 626 a 750 g/kg<sup>-1</sup>, sendo que os maiores valores foram obtidos no ponto PB.

Na profundidade de 20-30 cm os teores médios de argila variaram de 250 a 706 g/kg<sup>-1</sup>, sendo esses valores obtidos no ponto PV.

Tabela 1 – Análise granulométrica das amostras de solo.

Ponto/ réplica	Localização (zona)	Prof. (cm)*	Teores (g/kg <sup>-1</sup> )				Classe Textural
			Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	
PM.1	bem drenada	0-10	89	69	130	711	Muito argiloso
PM.2	bem drenada	0-10	88	68	140	704	Muito argiloso
PM.3	bem drenada	0-10	104	65	206	626	Muito argiloso
<b>Média (%)</b>		<b>0-10</b>	<b>93,6 (9,3)</b>	<b>67,3 (6,7)</b>	<b>158,6 (15,8)</b>	<b>680,3 (68,0)</b>	<b>Muito argiloso</b>
PM.1	bem drenada	20-30	100	58	148	694	Muito argiloso
PM.2	bem drenada	20-30	91	68	163	678	Muito argiloso
PM.3	bem drenada	20-30	84	64	191	661	Muito argiloso
<b>Média (%)</b>		<b>20-30</b>	<b>91,6 (9,1)</b>	<b>63,3 (6,3)</b>	<b>167,3 (16,7)</b>	<b>677,6 (67,7)</b>	<b>Muito argiloso</b>
PB.1	transição	0-10	125	83	86	706	Muito argiloso
PB.2	transição	0-10	100	65	86	750	Muito argiloso
PB.3	transição	0-10	85	65	139	712	Muito argiloso
<b>Média (%)</b>		<b>0-10</b>	<b>103,3 (10,3)</b>	<b>71 (7,1)</b>	<b>103,6 (10,3)</b>	<b>722,6 (72,2)</b>	<b>Muito argiloso</b>
PB.1	transição	20-30	127	72	98	703	Muito argiloso
PB.2	transição	20-30	124	70	153	654	Muito argiloso
PB.3	transição	20-30	123	70	138	668	Muito argiloso
<b>Média (%)</b>		<b>20-30</b>	<b>124,6 (12,4)</b>	<b>70,6 (7,0)</b>	<b>129,6 (12,9)</b>	<b>675 (67,5)</b>	<b>Muito argiloso</b>
PV.1	úmida	0-10	78	66	160	697	Muito argiloso
PV.2	úmida	0-10	76	162	133	629	Muito argiloso
PV.3	úmida	0-10	84	62	181	673	Muito argiloso
<b>Média (%)</b>		<b>0-10</b>	<b>79,3 (7,9)</b>	<b>96,6 (9,6)</b>	<b>158 (15,8)</b>	<b>666,3 (66,3)</b>	<b>Muito argiloso</b>
PV.1	úmida	20-30	102	68	123	706	Muito argiloso
PV.2	úmida	20-30	126	64	559	250	Franco-siltosa
PV.3	úmida	20-30	113	57	149	680	Muito argiloso
<b>Média (%)</b>		<b>20-30</b>	<b>113,6 (11,3)</b>	<b>63 (6,3)</b>	<b>277 (27,7)</b>	<b>545,3 (54,5)</b>	<b>Muito argiloso</b>

FONTE: Laboratório de análises de solos e calcários (2011)

Org.: A autora

NOTA: Profundidade\*

Solos de granulometria fina, argiloso e muito argiloso, apresentam de modo geral elevada capacidade de retenção de água e propriedades químicas mais favoráveis do que as relacionadas aos solos arenosos em relação à maior porosidade total e à microporosidade

(Kiehl, 1979). Assim, elevados teores de argila e pedalidade pouco desenvolvida resultam em solos pesados, coesos e com baixa capacidade de drenagem interna.

As descrições macromorfológicas realizadas em campo, na topossequência, evidenciaram estas características físicas no solo da UDTRA, através da variação da cor em horizontes de bruno oliva a cinza escuro. Tais mudanças de cor refletiram, por sua vez, as condições variáveis de saturação hídrica no local.

Além disso, na composição dos solos analisados houve nas duas profundidades amostradas a maior participação em média das argilas, em seguida, foi verificada em ordem crescente a distribuição da areia fina, areia grossa e silte.

Ressalta-se que a relação entre o teor silte e argila total do solo aponta o índice de intemperização do solo, sendo que quanto menor essa relação, normalmente, mais intemperizado é o solo. Os latossolos, por exemplo, que são solos muito antigos, a relação silte/argila é sempre igual ou menor que 0,7 (UKAN, 2010).

No caso do solo da área experimental, no ponto PM a relação entre silte/argila foi em média de 0,2 nas duas profundidades (0-10 e 20-30 cm), já no ponto PV também houve essa média, porém na camada mais profunda a relação foi de 0,5. No ponto intermediário da vertente, o PB, a relação foi de 0,1 na camada superficial e na seguinte de 0,2 (tabela 1). Esses resultados apontam que o solo da UDTRA é maduro e, possivelmente, bastante profundo e lixiviado.

Contudo, destaca-se que no ponto PV.2, em uma das repetições da coleta da amostra, foi verificada a textura franco-siltosa, classificação diferenciada das outras amostras no mesmo ponto e profundidade, bem como do restante dos pontos analisados. Embora, tenha sido considerável a presença da fração silte neste caso, acredita-se que este desvio da média geral tenha ocorrido por algum erro analítico.

Além dos atributos físicos há o monitoramento da qualidade do solo por meio de indicadores químicos, os quais tem sido frequentemente balizados pelos atributos vinculados numa análise convencional de fertilidade do solo. Assim, dentre os atributos químicos há basicamente os nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, ferro, molibdênio, cobre e boro), o pH e os teores de matéria orgânica (SIKORA; STOTT, 1996).

O pH dos solos na UDTRA foi considerado como ácido (tabela 2), condição adequada nos solos do bioma Cerrado. Goedert (1985) afirma que a maioria dos solos sob esse tipo de vegetação apresenta valores de pH inferiores a cinco, resultando em baixa capacidade de troca

catiônica (CTC). Além disso, o autor ainda expõe que a saturação de bases, nestes solos, também é baixa, podendo suceder a deficiência de cálcio, magnésio e potássio.

Os solos do Cerrado são naturalmente ácidos e pobres em nutrientes essenciais para as plantas. Esta baixa fertilidade natural é em parte corrigida pelos sistemas de cultivo anuais, o que não ocorre tradicionalmente com as pastagens (MARCHÃO, 2007).

Fato que possivelmente ocorreu nos solos da UDTRA, antiga área de pastagem (tabela 2).

Tabela 2 – Análise química das amostras de solo.

Ponto/ réplica	Localização (zona)	Prof. (cm)*	Nutrientes (Cmolc dm <sup>-3</sup> )				pH
			K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	
PM.1	bem drenada	0-10	0,04	0,8	0,1	0,1	5,7
PM.2	bem drenada	0-10	0,04	0,8	0,2	0,0	5,6
PM.3	bem drenada	0-10	0,05	0,8	0,2	0,1	5,6
<b>Média (%)</b>		<b>0-10</b>	<b>0,04</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>5,6</b>
PM.1	bem drenada	20-30	0,04	0,6	0,1	0,1	5,7
PM.2	bem drenada	20-30	0,04	0,6	0,1	0,1	5,6
PM.3	bem drenada	20-30	0,03	0,7	0,1	0,0	5,6
<b>Média (%)</b>		<b>20-30</b>	<b>0,04</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>5,6</b>
PB.1	transição	0-10	0,07	0,3	0,1	0,5	5,1
PB.2	transição	0-10	0,07	0,3	0,1	0,5	5,1
PB.3	transição	0-10	0,07	0,3	0,1	0,6	5,0
<b>Média (%)</b>		<b>0-10</b>	<b>0,07</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>5,1</b>
PB.1	transição	20-30	0,04	0,1	0,1	0,3	5,2
PB.2	transição	20-30	0,05	0,3	0,1	0,5	5,0
PB.3	transição	20-30	0,04	0,1	0,1	0,3	5,2
<b>Média (%)</b>		<b>20-30</b>	<b>0,04</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>5,1</b>
PV.1	úmida	0-10	0,01	0,1	0,1	0,2	5,2
PV.2	úmida	0-10	0,01	0,1	0,1	0,1	5,1
PV.3	úmida	0-10	0,01	0,1	0,1	0,1	5,2
<b>Média (%)</b>		<b>0-10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>5,2</b>
PV.1	úmida	20-30	0,01	0,1	0,1	0,1	5,3
PV.2	úmida	20-30	0,01	0,1	0,1	0,1	5,4
PV.3	úmida	20-30	0,01	0,1	0,1	0,1	5,3
<b>Média (%)</b>		<b>20-30</b>	<b>0,01</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>5,3</b>

FONTE: Laboratório de análises de solos e calcários (2011)

Org.: A autora

NOTA: Profundidade\*

De maneira geral, o aproveitamento agronômico produtivo do Cerrado é limitado por vários fatores, dentre eles o principal é a fertilidade natural dos solos, com baixa reserva de materiais intemperizáveis, baixa CTC, alta capacidade de fixação de fósforo, alta taxa de lixiviação e deficiência quase generalizada de macro e micronutrientes e alta acidez (EMBRAPA, 1981).

Por causa dessas condições naturais de baixa fertilidade muitas discussões são geradas sobre a nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado. Para Felfili et al. (2001) a fertilização do solo é necessária em projetos de recuperação de áreas degradadas e em ambientes perturbados onde já não existe uma camada de serapilheira capaz de ser mineralizada pelos microorganismos. Já os autores Garcia (1990), Moraes (1994), Vilela e Haridasan (1994) e Melo (1999) definem que a baixa fertilidade é tolerada por espécies vegetais do Cerrado, estas, no entanto, respondem de diferentes maneiras à adubação e a calagem.

Outros autores consideram que a alteração das condições dos solos de Cerrado, como o pH, adubação e revolvimento do solo, interferem diretamente nas condições de vida dos fungos que convivem nos sistemas radicais. Sem a presença das micorrizas e com o pH corrigido para as espécies de interesse agronômico, a vegetação de Cerrado possui menos condições de se reinstalar, mesmo que a área de cultivo seja abandonada (MORRETES, 1992).

Para Durigan et al. (1998), o revolvimento do solo associado à calagem, alterando a química do solo, apresentou os mais baixos valores de densidade e cobertura da vegetação na indução do processo de regeneração de Cerrado em área de pastagem. Dessa forma, optou-se por testar as técnicas de nucleação e controle das gramíneas invasoras nas condições naturais encontradas na UDTRA. Os resultados de maneira geral foram satisfatórios, sendo melhor detalhados no decorrer das considerações específicas das técnicas e tratamentos.

Contudo, as discussões sobre a nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado muitas vezes enfocam os aspectos de baixa fertilidade dos solos da região, sem a devida atenção às adaptações das plantas nativas, reservas de nutrientes na biomassa vegetal e os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes de ecossistemas naturais. As diferenças entre plantas nativas do Cerrado e de outros ecossistemas, quanto à nutrição mineral e sua influência no funcionamento e estrutura de ecossistemas naturais, também são raramente discutidas na literatura (HARIDASAN, 2000).

Outro atributo químico analisado para auxiliar no conhecimento da qualidade dos solos da UDTRA foi o teor e a origem do carbono, que variam em função do uso do solo e de seu manejo.

A incorporação de carbono em determinadas condições edafoclimáticas depende das espécies e dos sistemas de cultivo utilizados. Por outro lado, as perdas de carbono ocorrem fundamentalmente pela liberação de gás carbônico na respiração, pela decomposição microbiana dos resíduos e da matéria orgânica do solo e pelas perdas de compostos orgânicos por lixiviação e erosão. A proporção desses processos depende principalmente do manejo do solo (DORAN, 1997).

De acordo com Doran (1997) a interferência antrópica no sistema estável, solo e cobertura vegetal, normalmente gera mais perdas do que ganhos de carbono, implicando na redução do seu teor ao longo do tempo e a degradação da qualidade do solo no desempenho das suas funções.

Haja vista os resultados encontrados no solo da UDTRA, em que nas áreas onde houve a maior substituição da vegetação nativa pela pastagem, isto é, na zona bem drenada e de transição, ocorreu maior empobrecimento dos teores de carbono em superfície quando comparada à zona úmida, formada principalmente pelas gramíneas nativas (tabela 3).

Na zona bem drenada, Ponto PM, entre 0-10cm de profundidade, o teor médio de C foi de 2,07%. Na borda da vereda, zona de transição, Ponto PB, na mesma profundidade, o teor médio foi de 1,80% e, finalmente, no centro da vereda, zona úmida, Ponto PV, o teor médio foi de 3,19% (tabela 3).

Na zona bem drenada e na de transição os solos são recobertos por braquiária enquanto na zona úmida predominam as gramíneas do cerrado de ambiente hidromórfico sazonal. Nos dois primeiros casos, observou-se maior exposição da superfície do solo em período de estiagem. Tal dinâmica pode ter favorecido a concentração diferenciada de C do solo.

De acordo com Brossard e Lópes-Hernández (2005) os contrastes climáticos sazonais, com chuvas concentradas de verão e forte insolação e dessecação, tornam os solos expostos altamente susceptíveis, resultando em aumento dos processos erosivos e perda da fertilidade física e química, que refletirão diretamente nos teores de carbono.

Na zona úmida, embora as gramíneas não recubram toda a superfície do solo, o ambiente hidromórfico sazonal contribuiu para inibir a decomposição da matéria orgânica em superfície. Em ambiente anaeróbico, o estoque de carbono tende a ser maior do que em

ambiente aeróbico pela redução da decomposição de alguns compostos orgânicos como a lignina e compostos aromáticos (SILVA; SOUSA & POCOJESKI, 2008).

Tabela 3 - Teor e natureza do Carbono orgânico na toposequência.

Ponto/ réplicas	Profundidade (cm)	Teor e Origem do C	
		$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	C%
PM.1	0 – 10	-13,33	2,04
PM.2	0 – 10	-13,19	2,12
PM.3	0 – 10	-13,30	2,05
<b>Média</b>		<b>-13,27</b>	<b>2,07</b>
PM.1	20-30	-14,63	2,52
PM.2	20-30	-14,73	2,53
PM.3	20-30	-14,47	2,44
<b>Média</b>		<b>-14,61</b>	<b>2,49</b>
PB.1	0-10	-13,26	1,81
PB.2	0-10	-13,79	1,81
PB.3	0-10	-13,62	1,79
<b>Média</b>		<b>-13,55</b>	<b>1,80</b>
PB.1	20-30	-14,01	3,35
PB.2	20-30	-13,74	3,44
PB.3	20-30	-13,71	3,37
<b>Média</b>		<b>-13,82</b>	<b>3,38</b>
PV.1	0 – 10	-15,50	3,20
PV.2	0 – 10	-15,51	3,28
PV.3	0 – 10	-15,93	3,09
<b>Média</b>		<b>-15,64</b>	<b>3,19</b>
PV.1	20-30	-14,87	2,58
PV.2	20-30	-14,37	2,54
PV.3	20-30	-14,47	2,55
<b>Média</b>		<b>-14,57</b>	<b>2,45</b>

Fonte: Laboratório de ecologia isotópica (2011)  
Org. A autora

Já na profundidade entre 20-30 cm, no Ponto PM, o teor médio de C foi de 2,49%, no Ponto PB o teor médio foi de 3,38% e, no Ponto PV foi determinado o valor de 2,45%.

Nesses dois primeiros pontos, respectivamente zona bem drenada e transição as gramíneas apresentaram um denso enraizamento subsuperficial, além disso, observou-se que na camada de 20 a 30 cm houve maior conservação da umidade do que na superfície. Condições, que possivelmente contribuíram para o favorecimento da maior concentração de carbono, quando comparada à mesma camada da zona úmida.

Para Resck et al. (2000) e Fernandes; Cerri & Fernandes (2007) em algumas áreas de pastagens antigas, a incorporação de carbono vai ocorrendo paulatinamente em profundidades cada vez maiores ao longo do tempo e chega inclusive a suplantar teores obtidos na vegetação original.

Na zona úmida, a diminuição da concentração de carbono em subsuperfície pode estar relacionada com o desaparecimento do horizonte rico em matéria orgânica e o aparecimento do horizonte mineral desferruginizado (cinza glei).

Outro fator que possivelmente influenciou de maneira geral nos teores não muito baixos de carbono no solo da UDTRA foi a sua textura muito argilosa, a qual aumenta a capacidade de proteção da matéria orgânica contra a biodegradação. Para Bicalho (2010) a estabilização do C no solo depende de vários fatores incluindo o clima, a quantidade e a qualidade de resíduos de plantas, a atividade microbiana e atributos do solo como a estrutura, a textura e a composição mineralógica do solo.

Neufeldt et al. (2002) analisaram um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa e textura média, sob rotação de milho e soja (*Zea mays* e *Glycine max*) em sistema convencional, além disso, sob pastagem degradada de braquiária (*Brachiaria decumbens*) e sob reflorestamentos (*Pinus caribaea* sp. em solo argiloso e *Eucalyptus citriodora* em solo de textura média), e ainda sob áreas naturais de cerrado. Os teores de matéria orgânica do solo encontrados nos solos argilosos foram pelo menos o dobro em relação aos solos de textura média, o que foi explicado pela maior quantidade de sítios de adsorção na superfície mineral das argilas por unidade de solo.

Em todo caso, nos Pontos PM e PB, os maiores teores médios de C foram determinados em subsuperfície enquanto que no Ponto PV o maior teor médio foi determinado na superfície do solo, sugerindo, dessa forma, duas dinâmicas relacionadas à concentração de carbono dos solos da UDTRA.

Em relação à determinação da natureza do carbono orgânico do solo foi utilizada a técnica isotópica  $\delta^{13}\text{C}$ , a qual através das mudanças de sua assinatura reflete a vegetação ou sucessão de vegetações que a produziram, já que tais mudanças acompanham o enriquecimento ou o empobrecimento no solo da matéria de cada tipo de vegetação (CERRI et al., 1985).

Devido às diferenças dos processos bioquímicos fotossintéticos, as plantas com ciclo fotossintético  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  apresentam discriminação isotópica do  $^{13}\text{C}$ . Os tecidos das plantas  $\text{C}_3$

apresentam valor médio de  $\delta^{13}\text{C}$  próximo a -28‰ enquanto as C<sub>4</sub> possuem valor médio em torno de -12‰ (CERRI et al., 1985).

No caso das regiões tropicais, por centenas de anos os solos estiveram cobertos por florestas cujas espécies são dominantemente de ciclo fotossintético C<sub>3</sub>. Logo, imediatamente antes da introdução da agricultura nesses solos, a matéria orgânica existente apresentava um valor de aproximadamente -27‰ (CERRI et al., 1985). Com o cultivo de espécies C<sub>4</sub>, como a cana-de açúcar, milho, pastagens, entre outras, a matéria orgânica nativa foi sendo substituída por uma matéria orgânica originada de espécies C<sub>4</sub>, de aproximadamente -13‰.

Nos três pontos de coleta na UDTRA, foi encontrada a incorporação de plantas C<sub>4</sub>, com valor médio de  $\delta^{13}\text{C}$  entre -13,27 (Ponto PM, 0-10cm de profundidade) a -15,64‰ (Ponto PV, 0-10cm de profundidade) (tabela 3). Possivelmente, este resultado relaciona-se à conversão anteriormente do solo da UDTRA sob vegetação nativa, supostamente C<sub>3</sub>, à condição de pastagem C<sub>4</sub>.

Os valores encontrados diferem daqueles determinados sob Cerrado – as espécies arbóreas típicas do Cerrado têm assinatura isotópica de -27,76‰ e, localmente, podem coexistir com espécies arbóreas da floresta úmida que possui assinatura isotópica de -28,44‰ (HOFFMANN et al., 2005) – e indicam clara tendência de alteração da decomposição e incorporação da matéria orgânica do solo.

Portanto, na UDTRA a mudança da vegetação original de Cerrado pela pastagem resultou numa diminuição do teor de carbono e na substituição do carbono da matéria orgânica de espécies C<sub>3</sub> do Cerrado em carbono de gramíneas C<sub>4</sub>. Tais mudanças podem estar relacionadas às dificuldades encontradas na área para o gatilho do processo de sucessão natural, uma vez que se relacionam diretamente à degradação da matéria orgânica do solo.

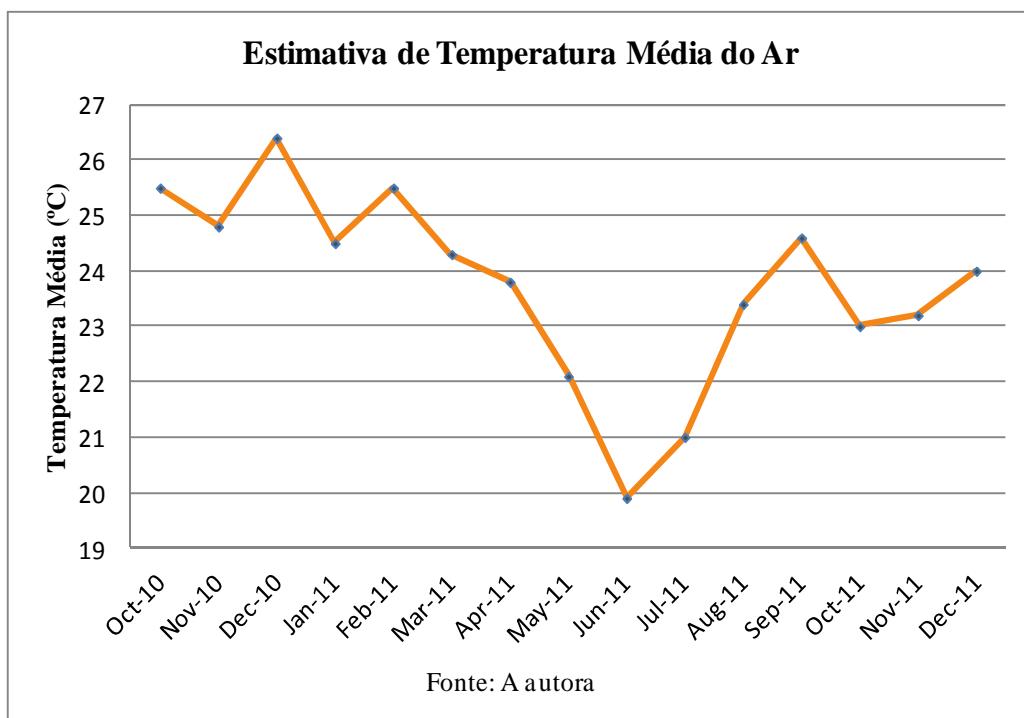
## **2. Análise das condições edafoclimáticas e nível do lençol freático**

Segundo Coutinho (2002) o clima predominante no domínio do Cerrado é o tropical sazonal, de inverno seco. A temperatura média anual fica em torno de 22-23°C, e as médias mensais apresentam pequena estacionalidade. As temperaturas máximas absolutas mensais não variam muito ao longo dos meses do ano, podendo ultrapassar os 40°C. As mínimas, no

entanto, variam bastante, atingindo valores próximos ou até abaixo de zero, nos meses de maio, junho e julho.

No caso da UDTRA, a temperatura média no período de outubro/10 a dezembro/11 foi de 23,7°C. O mês de maior temperatura média foi dezembro/10 (26,4°C) em contraposição o mês menor temperatura média foi junho/11 (19,9°C) (gráfico 1).

Gráfico 1 – Estimativa de temperatura média do ar na área em restauração.



Em geral, a precipitação média no Cerrado fica entre 1.200 e 1.800mm. Ao contrário da temperatura, a precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrado-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. No período de maio a setembro (estação seca), os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar à zero (COUTINHO, 2002).

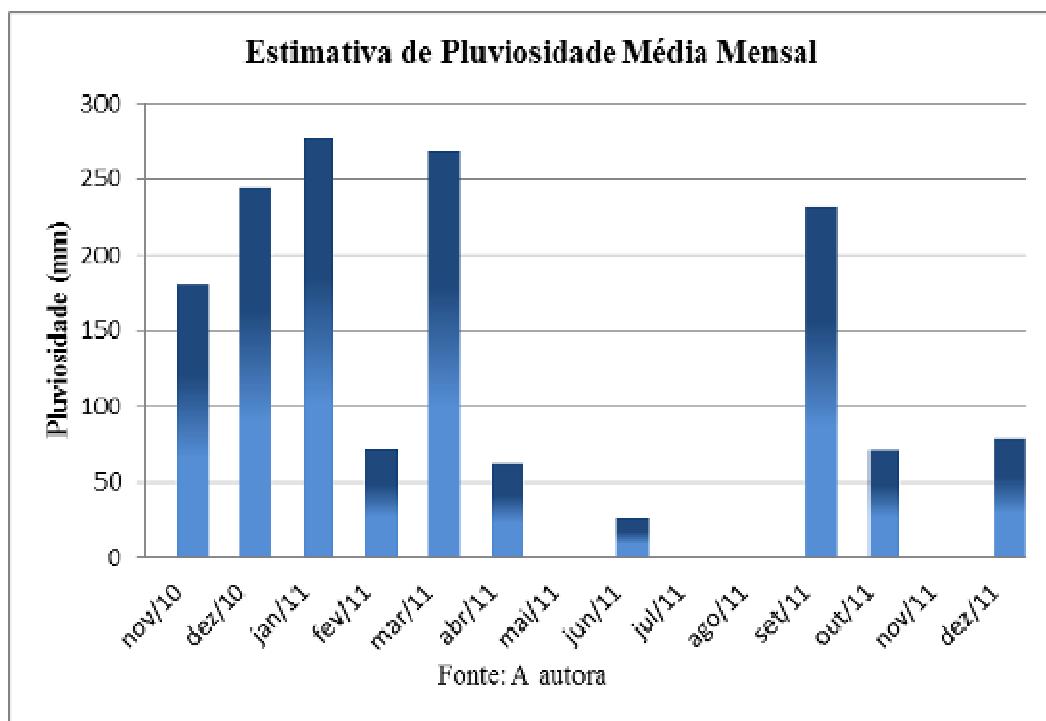
Na UDTRA as duas estações climáticas, chuvosa e seca, foram bem definidas (gráfico 2). Com o início das primeiras chuvas, a partir da última semana de outubro de 2010 até março de 2011, houve mudança de tons na paisagem da UDTRA, saindo de um ocre a tons mais esverdeados, os quais eram predominantes pelos novos brotamentos e folhas que surgiam das plantas. No entanto, a partir de abril/11, início da estação seca, ocorreu o progressivo ressecamento da superfície e aumento do adensamento do solo, principalmente nos pontos em que houve a capina e coroamento. Ainda nesse período, atentou-se para a aparência ressequida das plantas na área de estudo, situação a qual pode ser associada às

condições climáticas e edáficas, além dos próprios padrões adaptativos das espécies que minimizam os gastos energéticos, evitando brotamentos e, até, em alguns casos, preferindo a perda total de suas folhas.

Contudo, a partir de setembro/11 começou outro período chuvoso, retomando a fase mais úmida em que as plantas tornam-se aparentemente mais verdes.

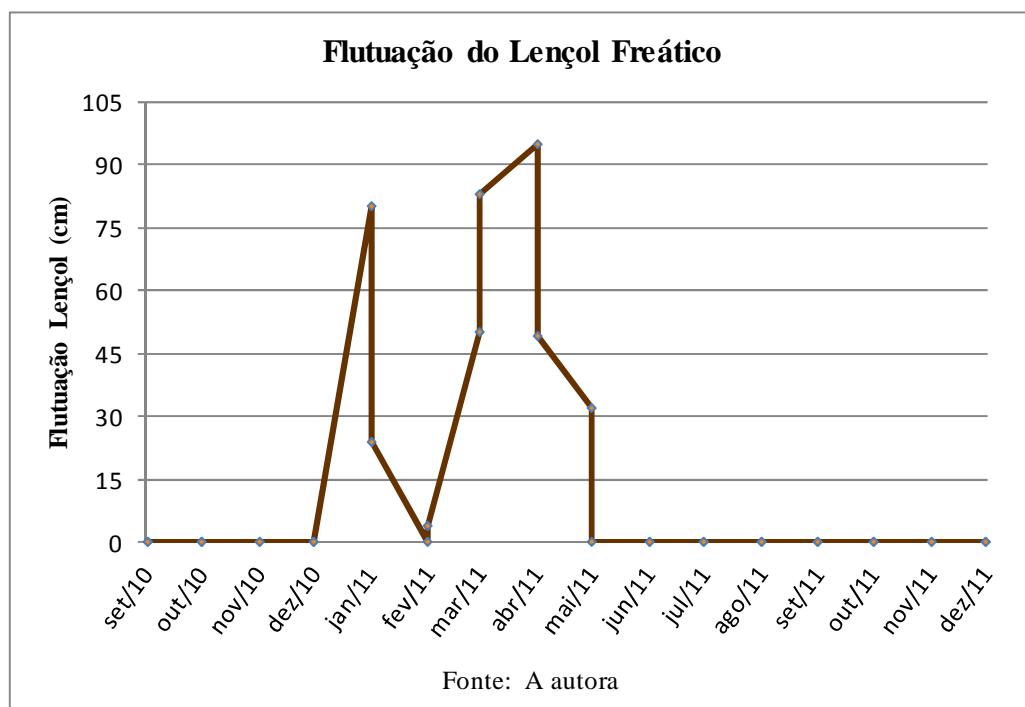
No entanto, durante o monitoramento da pluviosidade média mensal na UDTRA, observou-se que mesmo na estação chuvosa, alguns de seus meses (fevereiro, outubro, novembro e dezembro/11) tiveram curtos períodos de seca, chamados de veranicos, influenciando menor pluviosidade (gráfico 2).

Gráfico 2- Estimativa de pluviosidade média mensal na área em restauração.



No que se refere à medida do nível de água no solo somente no medidor instalado na zona úmida, o Z3, foi observada a presença e variação do lençol freático. O monitoramento de curto prazo (12 meses) mostrou que a subida do lençol foi uma resposta imediata ao aumento da concentração da precipitação (gráfico 3).

Gráfico 3 - Flutuação do lençol freático: último piezômetro localizado na zona úmida



### 3. Análise dos tratamentos de controle das gramíneas exóticas

No Brasil foram introduzidas accidentalmente ou para fins forrageiros espécies de gramíneas de origem africana, as quais tornaram-se invasoras de ecossistemas naturais, principalmente, de ambientes abertos, como por exemplo, fitofisionomias de campo encontradas no Cerrado (campo limpo, campo sujo, campo cerrado). Dentre as gramíneas exóticas destacam-se: *Hyparrhenia rufa* (capim-jaraguá), *Brachiaria* sp. (braquiária), *Panicum maximum* (capim-colonião) e *Melinis minutiflora* (capim-gordura) (PARSONS, 1972; PIVELLO; SHIDA & MEIRELLES, 1999).

No caso da UDTRA, as principais gramíneas exóticas identificadas foram: a *Brachiaria humidicola* (braquiarinha), *Brachiaria brizantha* (braquiarão), a *Brachiaria decumbens* (braquiária), essas se encontravam mais disseminadas por toda a área de estudo, já a *Panicum maximum* (capim-colonião) e *Melinis minutiflora* (capim-gordura) ocorriam em manchas espalhadas, principalmente na zona bem drenada e de transição.

O agravante do processo de infestação dessas gramíneas é que ao ocuparem o espaço das nativas, consequentemente, contribuem para a perda da biodiversidade, a modificação dos

ciclos e características naturais dos ecossistemas atingidos e a alteração fisionômica da paisagem natural (ZILLER, 2000).

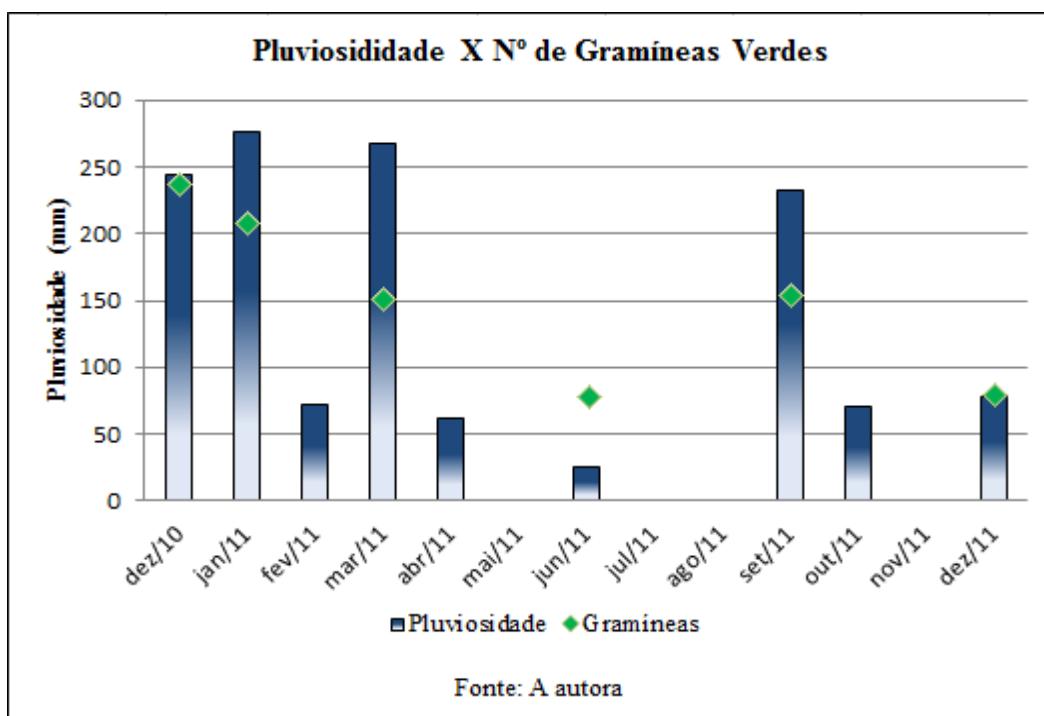
Na UDTRA, os tratamentos de controle das gramíneas exóticas conseguiram minimizar esses impactos, a seguir são detalhados os resultados alcançados e as principais observações realizadas durante o monitoramento de cada tratamento.

### **3.1 Tratamento biológico**

No caso do tratamento biológico uma das vantagens observadas na transposição das 238 gramíneas nativas foi a alta porcentagem de pega no primeiro mês logo após o plantio. Neste mês, janeiro/11, cerca de 87% (207 gramíneas) apresentavam aspecto de vivas.

Acredita-se que a pluviosidade ocorrida no período acima de 250 mm tenha contribuído para esse resultado, haja vista que no decorrer do monitoramento a taxa de plantas com aspecto de verde decaiu acompanhando a diminuição da pluviosidade, chegando aos 34% (81 gramíneas) no mês de junho. Em setembro, com a antecipação do início da estação chuvosa, houve um aumento no número de plantas verdes alcançando o total de 63% (152 gramíneas). Embora no mês de dezembro, o último mês de monitoramento, tenha sido registrada pluviosidade acima de 75 mm isso não foi suficiente para manter o revigoramento das plantas transpostas. Nesse mês houve um abatimento no número de plantas verdes, voltando aos 34%, possivelmente, esse resultado pode estar relacionado com o veranico registrado entre os meses de outubro a dezembro (gráfico 4).

Gráfico 4 – Relação entre os índices de pluviosidade versus o número de gramíneas verdes.



Suspeita-se que além da pluviosidade outro fator que deva ter contribuído para esses resultados foi a transposição das gramíneas nativas de uma área úmida do terreno para uma área bem drenada. De maneira geral, sobreviveram menos exemplares do *Andropogon bicornis* (rabo-de-burro), em relação ao *Andropogon leucostachyus* (capim colchão). Segundo Lorenzi (2008) o capim rabo-de-burro prefere solos arenosos e úmidos e o capim colchão, por sua vez, se desenvolve tanto em terrenos erodidos e secos ou com muita umidade, porém com drenagem rápida.

Além disso, o capim colchão se destaca por outros aspectos fenológicos, dentre eles: por ser uma planta perene, de 40 a 70 cm de altura e bastante entouceirada (LORENZI, 2008), condição que inibe a chegada de luz no solo, por conseguinte, dificulta o desenvolvimento de outras gramíneas como a braquiária. A propagação do capim colchão pode ocorrer tanto através de curtos rizomas quanto da propagação de suas sementes, nesse caso, seu ciclo reprodutivo se inicia na estação chuvosa (floração geralmente é de novembro até abril) e o conclui muitas vezes na seca, uma desvantagem, já que possivelmente, suas sementes irão germinar somente na próxima estação chuvosa (FREITAS & PIVELLO, 2005).

Em contraposição, as gramíneas africanas se alastram com maior facilidade, produzem uma quantidade enorme de pequenas sementes, sem reservas, porém com grande capacidade de dispersão, germinação e ainda, muitas vezes, sincronizadas com o período

chuvisco (FREITAS & PIVELLO, 2005). O gênero *Brachiaria* adapta-se as mais variadas condições de solo e clima, a sua propagação é feita por sementes ou mudas (estolões), é uma gramínea perene, vigorosa, pouco exigente em fertilidade do solo e com intensa produção de sementes (PEREIRA & CAMPOS, 2006).

As espécies de *Brachiaria humidicola* e *decumbens* foram as principais concorrentes das espécies nativas transpostas no tratamento biológico, segundo Lorenzi (2008) a *Brachiaria humidicola* é ereta e entouceirada, de 40 a 80 cm de altura, já a *Brachiaria decumbens* é uma planta perene ou decumbente, entouceirada, de 30 a 90 cm de altura.

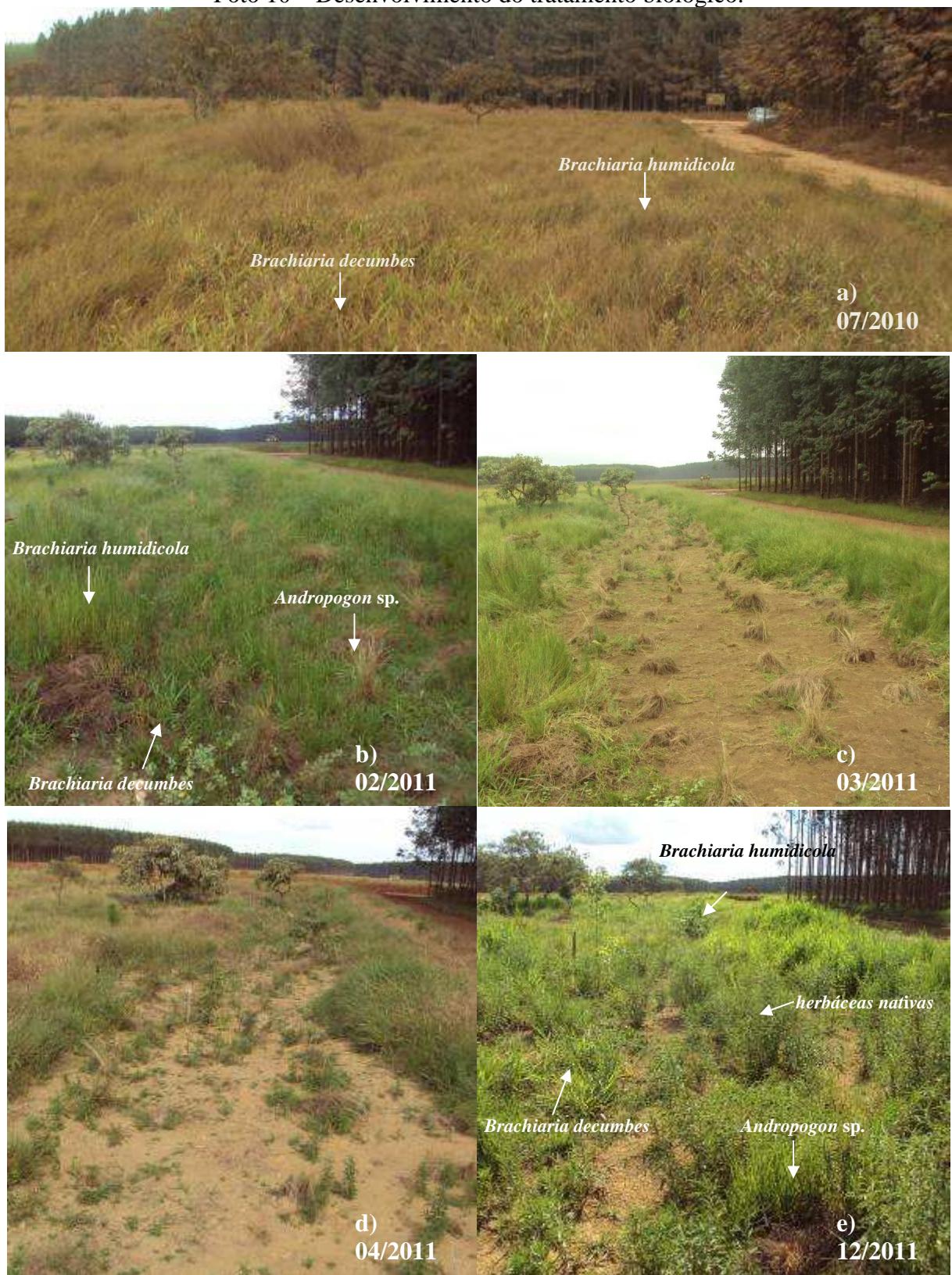
A invasão da *Brachiaria* no tratamento biológico gerou a necessidade de três manutenções referentes à sua capina, sendo que na maior parte das vezes, a *Brachiaria* estava se sobressaindo em altura, na produção de matéria verde e eficiência na cobertura do solo, quando comparada às gramíneas nativas transpostas rabo-de-burro e capim colchão. Tal fato dificultava a contagem de espécies nativas, condição que também pode ter influenciado nos resultados. Além disso, mesmo sendo a capina voltada para as gramíneas africanas foi observado que algumas vezes as gramíneas nativas foram erroneamente capinadas, bem como novos indivíduos que se dispersavam pelo corredor.

Ademais, acredita-se que no controle biológico havia a competição por luz e nutrientes entre as gramíneas exóticas e as nativas. Sendo as africanas mais agressivas corroborava para que as nativas fossem eliminadas, consequentemente, essa condição contribuiu para os resultados obtidos.

Contudo, o tratamento biológico minimizou as condições favoráveis de estabelecimento das espécies invasoras, aumentando o número de gramíneas nativas na UDTRA. Ao conciliar o tratamento biológico com a capina houve a diminuição da presença da *Brachiaria*, principalmente, da *humidicola*, assim como o favorecimento da ocupação de novas espécies herbáceas-arbustivas no corredor.

A seguir, é retratado na sequência de imagens o desenvolvimento do tratamento biológico (foto 10).

Foto 10 – Desenvolvimento do tratamento biológico.



Fonte: A autora

NOTAS: a) área invadida por *Brachiaria*, período anterior ao estudo; b) invasão das exóticas no tratamento; c) capina no corredor de tratamento, retirada das invasoras e diminuição de indivíduos nativos; d) última manutenção no corredor, retirada das invasoras, aparecimento de plantas herbáceas nativas; e) competição *Brachiaria*, gramíneas e herbáceas nativas.

Portanto, para futuras transposições para controle das gramíneas exóticas na área da UDTRA ou em áreas semelhantes a ela, pode-se apontar o capim colchão como espécie a ser considerada por ser mais adaptada às variações das condições de umidade no solo e pela forma de crescimento entouceirada. No entanto, sugere-se que a distância entre seus indivíduos seja a mínima possível, a fim de se atrapalhar a chegada de luz no solo e, assim, dificultar o aparecimento das gramíneas exóticas. Além disso, para fomentar as chances de colonização pelas gramíneas nativas, é interessante a dispersão de suas sementes na área no início do período chuvoso.

Outras espécies nativas que podem ser utilizadas como concorrentes estratégicas das gramíneas africanas foram levantadas por Pott e Pott (2000) num inventário botânico de espécies persistentes em pastagens formadas na região centro-oeste do Brasil, com ênfase ao Cerrado. Dessas espécies, se destacam para possível uso na UDTRA e em áreas semelhantes:

**Quadro 3 – Principais plantas nativas persistentes em pastagens formadas em região de Cerrado.**

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	ESTRATO
Acuri, bacuri	<i>Attalea phalerata</i>	Arbóreo
Amendoim-bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	Arbóreo
Angiquinho	<i>Calliandra parviflora</i>	Arbusto
Arranha-gato	<i>Acacia plumosa</i>	Arbusto
Ata-brava, araticum-miúdo	<i>Duguetia furfuracea</i>	Arbusto
Babaçu	<i>Attalea speciosa</i>	Arbóreo
Camboatá	<i>Matayba guianensis</i>	Arbóreo
Camboatá; fruto-do-pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	Arbóreo
Cansação, urtigão	<i>Cnidoscolus urens</i>	Arbustivo
Capitão	<i>Terminalia argentea</i>	Arbóreo
Caruru-de-espinho	<i>Amaranthus spinosus</i>	Arbustivo
Casadinha	<i>Eupatorium squalidum</i>	Arbustivo
Ciganinha	<i>Memora peregrina</i>	Arbustivo
Cipó-cambira	<i>Pyrostegia dichotoma</i>	Arbustivo
Cipó-de-são-João	<i>Pyrostegia venusta</i>	Arbustivo
Cipó-prata, corona	<i>Mascagnia pubiflora</i>	Arbustivo
Cipó-prata, tingui	<i>Mascagnia sepium</i>	Arbustivo
Cipó-prata, tingui	<i>Mascagnia rígida</i>	Arbustivo
Cipó-uma	<i>Arrabidaea brachypoda</i>	Arbustivo
Coerana	<i>Cestrum laevigatum</i>	Arbustivo
Dorme-dorme	<i>Mimosa invisa</i>	Arbustivo
Espinho-agulha	<i>Barnadesia rosea</i>	Arbustivo
Esporão-de-galo	<i>Celtis pubescens</i>	Arbóreo
Falsa-ciganinha	<i>Riedeliella graciliflora</i>	Arbustivo
Falso-cipó-prata	<i>Trigonia nivea</i>	Arbustivo
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	Arbóreo

Quadro 3 – Principais plantas nativas persistentes em pastagens formadas em região de Cerrado.

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	ESTRATO
Leiteiro	Peschiera fuchsiaefolia	Arbóreo
Mama-de-cadela	Brosimum gaudichaudii	Arbóreo
Marolo-de-folha larga	Annona coriácea	Arbóreo
Mata-barata-rasteiro	Andira humilis	Arbustivo
Mercurinho	Sebastiana bidentata	Arbustivo
Muricizinho	Byrsinima sericea	Arbóreo
Roseta, veludo-de-espinho	Randia armata	Arbustivo
Samambaia	Pteridium aquilinum	Arbustivo
Sapuva	Machaerium acutifolium	Arbóreo
Tarumã, caroba-branca	Sparattosperma leucanthum	Arbóreo
Tingui, cutobea	Coutoubea ramosa	Arbustivo

Fonte: Pott e Pott (2000)

Org.: A autora

### 3.2 Tratamento manual com arraste

Em relação ao tratamento manual com arraste era esperado que ao se retirar as gramíneas africanas se eliminaria a concorrência por luz, auxiliando na germinação das gramíneas nativas. O solo estando exposto o banco de sementes dessas espécies se sobressairia ao das exóticas, proporcionando-lhes melhores condições competitivas. Entretanto, foi verificado durante o monitoramento uma série de limitações na execução da capina manual com enxadão seguido do arraste do volume de resíduo orgânico produzido.

Dentre essas limitações ressalta-se o gasto prolongado de tempo na capina de todo o corredor de tratamento, a necessidade de um grande número de operários e o corte indevido de espécies nativas que se desejava favorecer. Além disso, a capina manual não foi totalmente eficiente na remoção das estruturas radiculares das gramíneas invasoras, já que essas as têm bem desenvolvidas no sentido horizontal e vertical no solo, facilitando que ocorra rapidamente a sua rebrota. Diante disso, o corredor ao receber o tratamento permaneceu por um curto intervalo de tempo sem as gramíneas invasoras como era previsto anteriormente no trabalho de Borges (2006).

A reinfestação das gramíneas exóticas, principalmente das *Brachiaria humidicola* e *decumbens*, também foi promovida pelo seu banco de sementes presente no solo, o qual segundo Pivello, Shida e Meirelles (2005) é uma das condições ecológicas responsáveis pelo

sucesso dessas gramíneas como invasoras do Cerrado. De maneira geral, essas gramíneas possuem intensa produção de sementes com alta viabilidade, que formam um banco de sementes denso e persistente, algo que permite rápida recolonização de áreas.

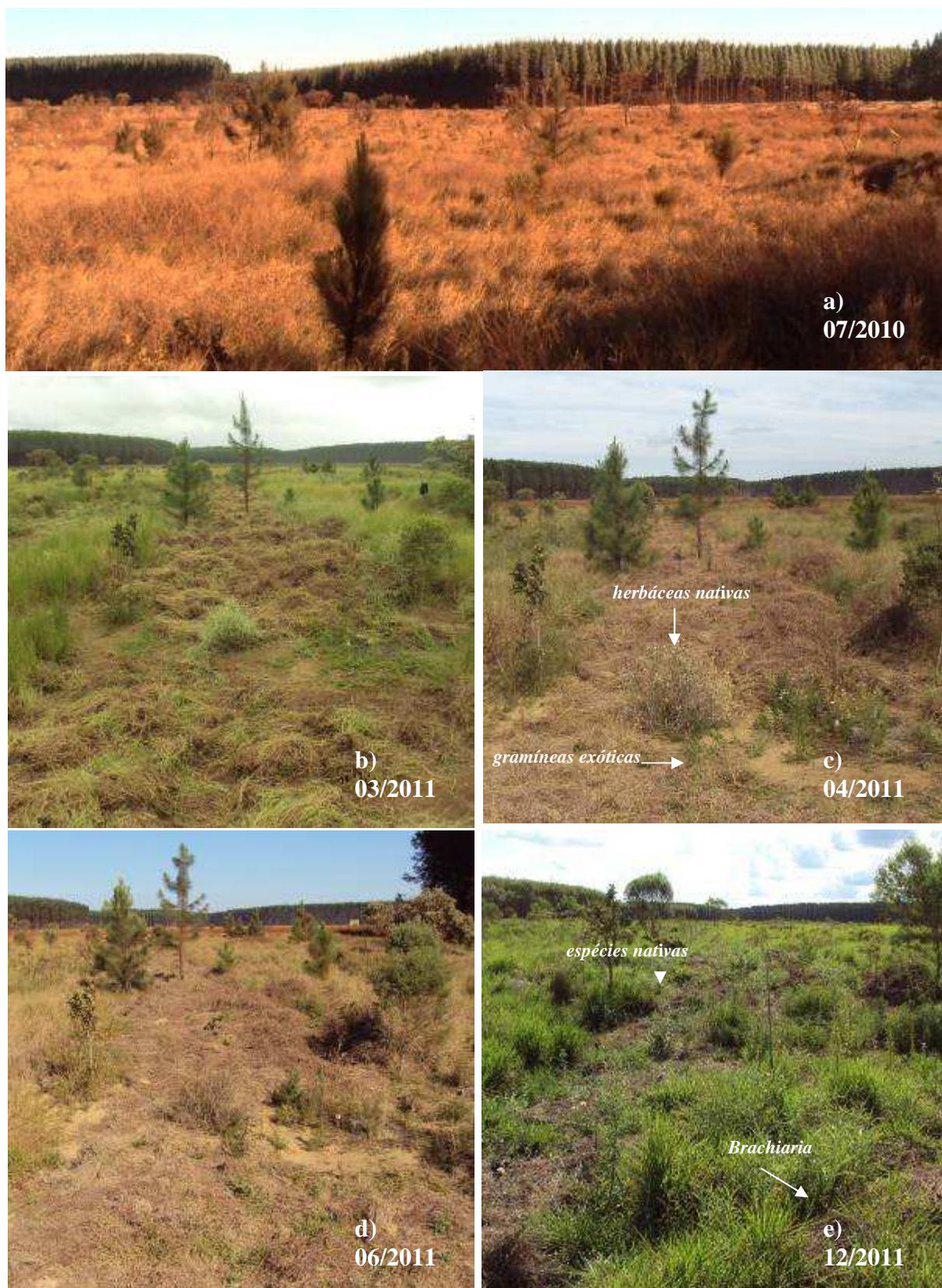
No período chuvoso (outubro a abril) a reinfestação no corredor foi acelerada, bem como o crescimento em biomassa da *Brachiaria*, condição que reduziu a luminosidade na superfície do solo, prejudicando os processo de germinação e o recrutamento de espécies nativas presentes no banco de sementes.

Vários trabalhos veem demonstrando que os fatores ambientais, fundamentalmente a luz e a temperatura controlam os ciclos de dormência na germinação de sementes de diversas gramíneas nativas do Cerrado reconhecidas como de grande potencial de recolonização de áreas degradadas (BASKIN & BASKIN, 1990; BOUWMEESTER & KARSSSEN, 1989; BEWLEY & BLACK, 1986; ROBERTS, 1988).

Carmona, Martins e Fávero (1998) determinaram que a luz estimula a germinação das sementes das seguintes gramíneas do Cerrado: *Andropogon bicornis*, *Andropogon leucostachyus*, *Aristida gibbosa*, *Aristida recurvata*, *Aristida setifolia*, *Aristida torta*, *Axonopus barbigerus*, *Axonopus canescens*, *Ctenium cirrhosum*, *Diectiomis fastigiata*, *Hypogynium virgatum*, *Paspalum gardnerianum*, *Paspalum pectinatum*, *Paspalum pilosum*, *Paspalum polyphyllum*, *Paspalum reduncum*, *Paspalum splendens*, *Paspalum stellatum*, *Schizachyrium microstachyum* e *Thrasya glaziovii*. Dentre essas gramíneas foram encontradas na UDTRA as do gênero *Andropogon* e, em condições favoráveis de luz, as outras espécies destacadas pelos autores podem ser futuramente semeadas na área estudada e em áreas semelhantes para o aumento da diversidade de espécies nativas.

Na sequência de imagens, está retratada a evolução do tratamento manual com arraste (foto 11):

Foto 11 – Desenvolvimento do tratamento manual com arraste.



Fonte: A autora

NOTAS: a) área infestada por *Brachiaria*, período anterior ao tratamento; b) formação do corredor de tratamento; c) retorno de gramíneas exóticas e desenvolvimento de espécies nativas; d) clareiras; e) *Brachiaria* e espécies nativas.

Embora no controle a base da capina manual seguido de arraste as gramíneas invasoras tenham superado em germinação, rebrota e desenvolvimento as gramíneas nativas, esse tratamento conseguiu favorecer o aumento da riqueza de espécies nativas do estrato herbáceo-arbustivo. Além disso, nos locais onde foi amontoada a macega, resultante da capina, não foram verificadas a presença de gramíneas. Outro benefício obtido foi a formação de pequenas clareiras no corredor, as quais tornaram-se espaços para sucessão natural e um novo microhabitat para pequenos insetos e fungos.

### **3.3 Tratamento químico**

O tratamento químico por sua vez não resultou em melhores vantagens para as espécies nativas quando comparado com os demais tratamentos. Se a capina manual possui deficiências em relação ao arranque seletivo, pode-se afirmar que no tratamento químico houve maiores dificuldades na preservação das espécies nativas, já que para a formação do corredor desse tratamento inicialmente houve a capina, seguida da aplicação do herbicida, o qual é considerado um método mais agressivo de intervenção.

Para Pereira e Campos (2006) o principal problema da aplicação agroquímica para controle de gramíneas exóticas é a falta de herbicidas seletivos, uma vez que, ao aplicá-los na área infestada, estes atingem também a forrageira que deveria ser preservada, eliminando, muitas vezes, tanto a sua parte aérea como as suas raízes.

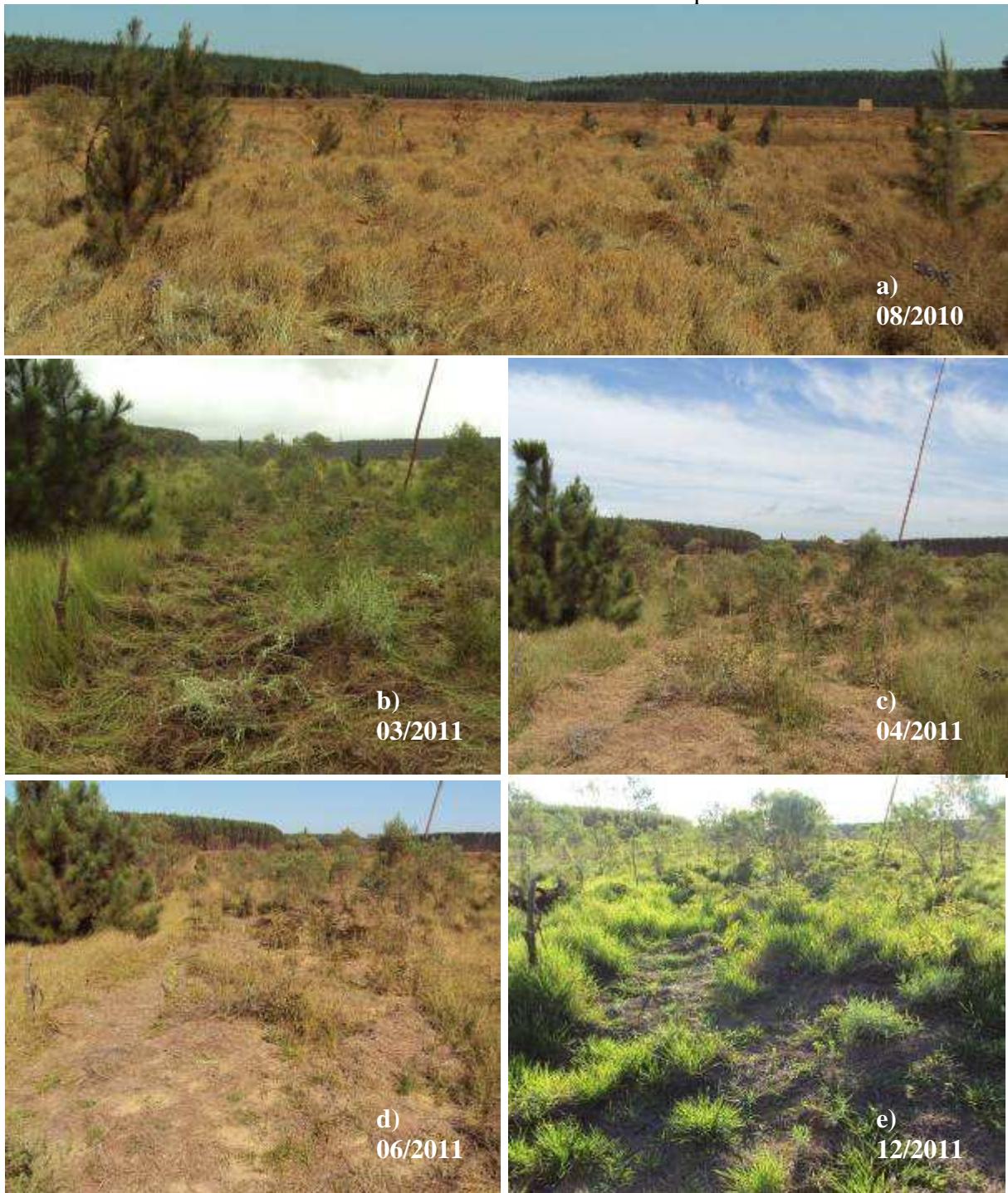
No caso do tratamento químico no corredor foi utilizado um herbicida a base de derivados da glicina (glyphosate), o qual segundo Borges (2006) não possui poder residual, portanto, não atua sobre as sementes, necessitando de reaplicação periódica.

Como não houve reaplicação constatou-se a reinfestação das gramíneas do gênero *Brachiaria* se sobressaindo em altura, na produção de matéria verde e eficiência na cobertura do solo, quando comparada às espécies nativas. Essas foram encontradas em menor número de indivíduos em relação aos outros tratamentos, provavelmente, muitas dessas espécies nativas ao serem atingidas tanto em suas raízes como nas partes aéreas pela aplicação química tiveram reduzidas as chances de propagação. Além disso, ao contrário das gramíneas exóticas, possivelmente, essas não possuem eficiência na dispersão de suas sementes, tampouco um

banco de sementes com grande longevidade no solo, já que não foram repostas muitas das espécies atingidas.

A seguir, imagens do andamento do tratamento químico (foto 12):

Foto 12 - Desenvolvimento do tratamento químico.



Fonte: A autora

NOTAS: a) período antes do tratamento, domínio das exóticas; b) capina do corredor; c) após aplicação do herbicida; d) retorno das invasoras; e) clareiras e competição invasoras e nativas.

Nunes (2001) recomenda o uso de um corante, azul de metileno ou violeta de genciana, na calda preparada para a aplicação do herbicida, a fim de marcar as plantas tratadas e, também, realizar uma aplicação melhor dirigida.

Dessa forma, acredita-se que caso sejam utilizados os agroquímicos em novas intervenções na área estudada, o uso do corante torna-se estratégico, a fim de se evitar grandes perdas de nativas. Ademais, a aplicação desses produtos poderá ser melhorada nas manchas espalhadas na UDTRA das gramíneas *Panicum maximum* (capim-colonião) e *Melinis minutiflora* (capim-gordura), porque podem ser aplicados monoespecificadamente, já que dificilmente são encontrados indivíduos nativos em meio a essas gramíneas. Assim, o uso recorrente do herbicida poderá ser considerado mais eficiente, apesar de inicialmente ser mais oneroso do que a capina manual.

Todavia, ressalta-se que o controle químico em Reserva Legal, Áreas de Preservação Permanente (APP's) e em áreas próximas as de vereda, deve ser criterioso e, quando possível secundário e/ou inexistente, pela periculosidade de contaminação do meio ambiente.

### **3.4 Tratamento manual sem arraste**

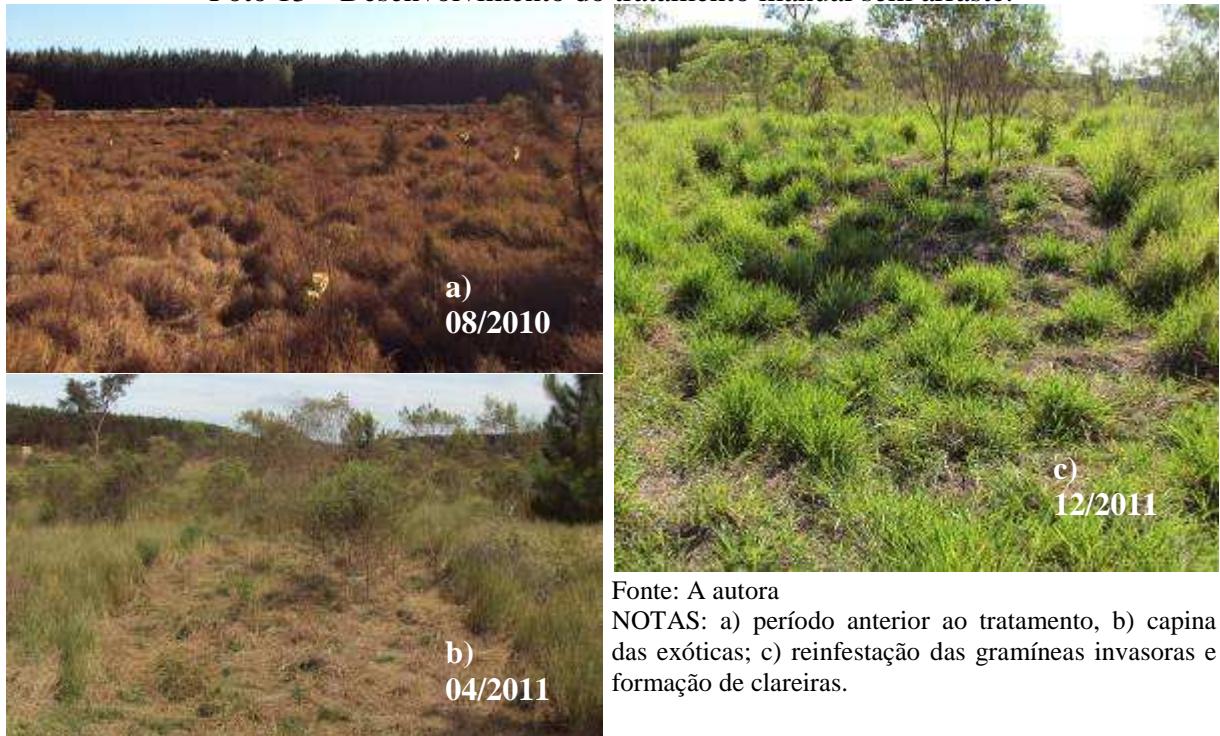
No que se refere ao tratamento manual sem arraste foi observado que no período anterior à sua execução, no mesmo local onde foi instalado o seu corredor, prevaleciam às espécies invasoras, principalmente do gênero *Brachiaria*, de porte bem desenvolvido e fechado em relação a pouca vegetação nativa existente.

A partir da capina manual e do cuidado em deixar todo o seu material residual recobrindo o solo e, ainda, expondo as raízes das gramíneas roçadas ao sol, percebeu-se a alteração da fisionomia do local, pela quebra do estrato *continuum* antes estabelecido pelas invasoras.

Todavia, tais ações além de desfavorecerem as gramíneas exóticas possivelmente também inibiram o desenvolvimento das gramíneas nativas, já que em boa parte da área que não houve a retomada da *Brachiaria* também não foi verificada a presença de espécies nativas, formando-se, desse modo, pequenas clareiras no corredor. Possivelmente, a superfície do solo estando recoberta pela macega, dificultou-se a entrada de luz, consequentemente, foi alterado o desenvolvimento do banco de sementes de ambas as gramíneas.

Apesar disso e do ressecamento das raízes da *Brachiaria*, expostas ao sol, essa gramínea conseguiu reinfestar boa parte do corredor, demonstrando seu potencial de ocupação. Ressalta-se que a capina manual também não foi totalmente eficiente no arranque das raízes das gramíneas, condição que também permitiu o rebrote e o retorno do problema. A seguir imagens do desenvolvimento do tratamento manual sem arraste (foto 13):

Foto 13 – Desenvolvimento do tratamento manual sem arraste.



Fonte: A autora

NOTAS: a) período anterior ao tratamento, b) capina das exóticas; c) reinfestação das gramíneas invasoras e formação de clareiras.

### **3.5 Tratamento a partir do sombreamento artificial**

Os tratamentos de controle instalados na área biológico, manual com e sem arraste e químico confirmaram dados encontrados nos trabalhos de Martins, Leite e Haridasan (2004); Ziller, (2000); Freitas e Pivello (2005) sobre o alto potencial de (re)infestação das gramíneas exóticas, comprometendo a restauração de ambientes naturais. Dentre os tratamentos de controle, o sombreamento artificial foi o único que não possuiu invasão considerável de gramíneas exóticas, o que dispensou a manutenção referente a capina das mesmas.

A técnica de sombreamento artificial cobriu além das gramíneas do gênero *Bachioria* o *Melinis minutiflora*, o capim gordura, o qual também é originário do continente africano e

reconhecido por invadir áreas da região do Cerrado em detrimento das espécies nativas. Segundo Lorenzi (1991) o *Melinis minutiflora* é uma planta perene, que se reproduz tanto por semente quanto vegetativamente e, forma touceiras que podem vir a medir de 40 a 100 cm de altura, sendo bastante agressiva e infestante. Devido a sua alta capacidade de expansão vegetativa, forma densas camadas de folhas e ramos, que podem diminuir em até 99% a chegada de luz no solo e impedir os processos de germinação e recrutamento do banco de sementes de espécies nativas e a regeneração natural de habitats (HUGHES & VITOUSEK, 1993).

No caso da UDTRA, no período anterior ao tratamento de sombreamento, algumas manchas dessa gramínea mediam cerca de 60 cm de altura formando um grande acúmulo de biomassa, condição que inviabilizava a penetração de luz.

Apesar da vantagem competitiva do *Melinis minutiflora* sobre as demais espécies do estrato rasteiro há a sua deficiência em explorar extensas áreas de solo em decorrência do pequeno porte de suas raízes (MARTINS; LEITE; HARIDASAN, 2004). Esta condição pode vir a explicar a presença dessa gramínea de forma restrita, somente em manchas, na área da UDTRA.

Em uma parte dessas manchas e na *Brachiaria* foi aplicado o sombreamento no intuito de abafar as espécies invasoras e impedir a penetração de luz, já que segundo levantamento de Bittencourt e Mesquita Jr. (2005) o *Melinis minutiflora* preferencialmente infesta áreas de vegetação mais aberta, o que pode indicar que essa espécie seja menos tolerante a áreas mais fechadas, e, por isso mais sensível ao sombreamento enquanto a *Brachiaria* nos levantamentos de Pivello, Shida e Meirelles (1999) pode ser encontrada em áreas mais sombreadas, porém não em áreas com ausência total de luz.

A resposta do tratamento de sombreamento foi satisfatória uma vez que passado cerca de um mês de instaladas as quatro lonas, optou-se por retirá-las. Nesse momento, se observava que a maior parte das gramíneas que havia sido coberta estava sem vigor, além disso, era aparente a redução do volume de biomassa ocupado. Todavia, como a degeneração das gramíneas não era completa preferiu-se cobrir novamente três das quatro áreas que haviam sido recobertas pelas lonas.

Tais áreas ficaram cobertas por praticamente 12 meses, a fim de se possibilitar a maior perda de sementes das gramíneas invasoras no banco de sementes do solo, através da inibição de luz, do vencimento do período de germinação e da exposição das sementes à suscetibilidade de predação, de dessecamento, aos processos de abrasão e à exigência de mais

reservas nutritivas. Segundo Freitas e Pivello (2005) essa exigência nutricional não ocorre nas africanas, pois produzem uma quantidade enorme de pequenas sementes e frágeis, sem reservas, compensando isso com a grande capacidade de dispersão, germinação e ainda sincronizadas com o período chuvoso, como é o caso do *Melinis minutiflora*.

Possivelmente, devido ao longo período de sombreamento artificial houve maior sucesso na dessincronização do ciclo reprodutivo do *Melinis minutiflora* com o período chuvoso, algo que talvez tenha afetado a sua germinação, a qual não ocorreu dentro do período identificado por Freitas e Pivello (2005) de até seis meses após o período de dispersão.

Segundo Coutinho e Hashimoto (1971) e Andrade (1983) a percentagem normal de germinação do *Melinis minutiflora* é de 80% e 79% respectivamente, confirmando a alta capacidade de germinação dessa espécie. A germinação dessa gramínea de acordo com Klink (1996) supera, ainda, a de outras gramíneas de origem africana, como o *Andropogon gayanus* e *Brachiaria decumbens*, que possuem sementes com maiores períodos de dormência. Apesar desses dados relacionados às altas percentagens de germinação e viabilidade das sementes do *Melinis minutiflora*, no tratamento de sombreamento artificial não houve tal sucesso reprodutivo frente às espécies nativas do Cerrado.

Na área que ficou descoberta, após um mês a degeneração das gramíneas invasoras se acentuou com o passar do tempo, mesmo com estímulos climáticos, principalmente chuva e calor, não houve o crescimento de novos de seus indivíduos. Mudanças na composição botânica foram observadas a partir da redução da biomassa das invasoras, o que permitiu o desenvolvimento de espécies nativas, com a degradação avançada da invasora ocorreu aumento acentuado no número de nativas do estrato herbáceo-subarbustivo.

Em vista disso, é notável a interferência das gramíneas exóticas no processo de sucessão na área da UDTRA, sendo possível apontar a relação de quanto maior a degeneração ou queda relativa na produtividade dessas gramíneas maior a possibilidade de restauração da área.

O tratamento de sombreamento artificial demonstrou-se eficiente nos locais da UDTRA em que foi aplicado, sendo possível sua utilização em áreas que possuam faixas contínuas de invasão de espécies exóticas e com menor número de espécies nativas, como beiras de estradas ou em manchas de gramíneas infestantes. A seguir sequência de imagens que retratam os resultados do sombreamento artificial (foto 14 e 15).

Foto 14 – Desenvolvimento do tratamento de sombreamento artificial.



Fonte: A autora

NOTAS: a) e b) período antes do tratamento, domínio das exóticas; a.1) e b.1) enlonamento da área; a.2) e b.2) diminuição do volume de biomassa das gramíneas encobertas; a.3) e b.3) retirada da lona e notório ressecamento das gramíneas invasoras e a ocupação de espécies nativas.

Foto 15 – Tratamento de sombreamento artificial.



Fonte: A autora

NOTAS: c) e d) período antes do tratamento, domínio das exóticas; c.1) e d.1) cobertura da área com lona; c.2) retirada da lona e notório ressecamento das gramíneas invasoras e a ocupação de espécies nativas; c.3) aumento da população de espécies herbácea-arbustiva; c.4) estiagem e ressecamento das espécies nativas, mas ainda a predominância das mesmas; c.5) crescimento das espécies nativas em detrimento às invasoras; d.2) e d.3) e d.4) e d.5) diminuição gradativa do volume de biomassa encoberto e a evolução da paisagem no decorrer das estações climáticas.

### **3.6 Encaminhamentos com base nos tratamentos de controle das gramíneas exóticas na UDTRA**

De maneira geral, pode-se afirmar que as características relacionadas com o potencial de invasão das gramíneas africanas em áreas de Cerrado são: produção de sementes de pequeno tamanho e em grande quantidade, dispersão por ventos, maturação precoce, formação de banco de semente com grande longevidade no solo, reprodução por sementes e por brotação, longos períodos de floração, crescimento rápido, tolerância ao desfolhamento e herbivoria, pioneirismo e adaptação a áreas degradadas, eficiência na dispersão de sementes e no sucesso reprodutivo. Além disso, a maioria das gramíneas africanas é heliófila e apresenta metabolismo fotossintético do tipo C<sub>4</sub> – adaptado para colonização de áreas abertas e ensolaradas, como os campos encontrados no Cerrado. Todos os fatores citados resultam em um comportamento oportunista bem definido fazendo com que essas espécies ganhem muitas vezes na competição com as espécies nativas, causando extinções locais e perda direta de biodiversidade, além de descaracterizarem o ecossistema e modificarem a sua estrutura (COUTINHO, 1982; BARUCH, LUDLOW & DAVIS, 1985; D'ANTONIO & VITOUSEK, 1992; FREITAS, 2005; PIVELLO, SHIDA & MEIRELLES, 1999).

Alguns estudos retratam as modificações nos processos naturais dos ecossistemas causadas pela gramínea invasora *Melinis minutiflora*, como a alteração no regime de fogo das áreas invadidas, facilitando a ocorrência de incêndios devido ao grande acúmulo de biomassa combustível (HUGHES; VITOUSEK & TUNISON, 1991; D'ANTONIO & VITOUSEK, 1992; ASNER & BEATTY, 1996). Como também a alteração nos ciclos de nutrientes no solo, no caso, a quantidade de nitrogênio inorgânico, em virtude da grande captação e utilização desse elemento durante seu crescimento, o que compromete outros processos ecológicos, como a dinâmica sucessional (ASNER & BEATTY, 1996).

Atualmente a presença das gramíneas invasoras ocorre praticamente em qualquer área de Cerrado, inclusive em Unidades de Conservação como averiguado em estudos de Pivello, Shida e Meirelles (1999) no estado de São Paulo. Os estudos antevêem prováveis efeitos competitivos entre gramíneas africanas com as herbáceas nativas, oferecendo perigo de exclusão destas últimas pelas primeiras. No Cerrado de Emas (Pirassununga, SP), por exemplo, analisaram a comunidade herbácea-subarbustiva da fisionomia campo cerrado e verificaram que das 52 espécies herbáceas amostradas duas gramíneas africanas a *Melinis*

*minutiflora* e a *Brachiaria decumbens* estiveram entre as quatro espécies mais frequentes e abundantes na comunidade.

A invasão de espécies exóticas nos ecossistemas naturais representa um grave problema para o funcionamento dos mesmos, apesar disso, no Brasil ainda são escassas as pesquisas no meio técnico-científico que diagnostiquem os efeitos das invasões biológicas no Cerrado (D'ANTONIO & VITOUSEK, 1992; KLINK, 1994; MOROSOINI & KLINK, 1997; FREITAS, 1999; MARTINS, 1996; SILVA, 2003).

De maneira geral os principais métodos de controle das gramíneas invasoras utilizados no Brasil estão relacionados às técnicas de manejo mecânicas, químicas e biológicas (FREITAS & PIVELLO, 2005). Pereira e Campos (2006) descreveram outro método desenvolvido no combate das plantas invasoras desenvolvido na Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu (SP), a partir do uso de descarga elétrica. O equipamento, denominado Eletroherb é acoplado na tomada de força do trator, produzindo descarga elétrica por meio de um gerador. A corrente elétrica gerada percorre os vasos lenhosos das invasoras indo até o sistema radicular, queimando toda a planta.

Na UDTRA os tratamentos testados foram o controle manual com e sem arraste, químico, biológico e sombreamento artificial, estes obtiveram bons resultados no que se refere à quebra na camada contínua e densa formada predominantemente pelas gramíneas exóticas. Acredita-se que melhores resultados serão obtidos quando houver a integração desses tratamentos, já que no corredor do tratamento biológico, no qual ocorreu tanto manutenções a base de capina quanto a introdução de espécies nativas, foi observada a maior substituição das gramíneas exóticas pelas nativas, consequentemente, aumentou-se o número de espécies nativas e a diversidade natural.

Diante disso, ao se integrar os tratamentos, supõe-se que ocorrerão mais manutenções sejam elas via capina ou aplicação de herbicida e, assim sendo, maiores serão as chances de desfavorecimento das gramíneas exóticas e, ainda, ao se introduzir material biológico de interesse, por exemplo, o elencado no quadro 3, que são espécies persistentes em pastagens formadas em região de Cerrado, possivelmente, se contribuirá para que as nativas se destaquem no ambiente. Além disso, após o sombreamento artificial e o tratamento químico nas manchas de invasoras pode-se realizar o plantio das espécies nativas arbóreas, de rápido crescimento e desenvolvimento de copa para manter o efeito de sombreamento como, por exemplo, as espécies pioneiras citadas no quadro 1 – espécies nativas de Cerrado utilizadas na restauração ambiental.

Em todo caso, urge a necessidade de proteção da biodiversidade vegetal do Cerrado, e esta será mais eficiente se técnicas de controle de espécies invasoras forem continuadamente testadas e desenvolvidas, para tanto, faz-se necessário a conservação do germoplasma das gramíneas nativas e o conhecimento das características das sementes destas espécies. De acordo com Hay e Moreira (1992) há estudos sobre a biologia reprodutiva em menos de 3% das espécies do Cerrado. Além de pouca informação também no que concerne à germinação de sementes das espécies em geral (FELIPPE & SILVA, 1984).

No caso da UDTRA seria interessante a investigação do banco de sementes de seu solo, especialmente, no que se refere à viabilidade e à germinação das sementes das gramíneas nativas e a relação com o seu histórico de ocupação. Outro importante estudo seria a possibilidade de uso das espécies de gramíneas nativas como vegetação pioneira para recuperação de outras áreas degradadas na Fazenda da Duraflora S.A, por exemplo, nas áreas de extração de cascalho ou voçorocas.

#### **4. Análise das técnicas de nucleação**

A recolonização da vegetação em um ambiente perturbado ocorre principalmente através do seu banco de sementes no solo, mantendo este um papel fundamental no equilíbrio dinâmico da área (SCHMITZ, 1992). Todavia, nas regiões tropicais, e principalmente nas pastagens abandonadas, a regeneração natural dependente, muitas vezes, da dispersão de propágulos provenientes de remanescentes próximos à área, pois muitas das sementes no solo têm curta viabilidade ou não são encontradas no banco de sementes tendo sido já desenvolvidas e cortadas ou roçadas durante a limpeza das pastagens (PINTO JÚNIOR, 2008).

Nesse contexto, Garwood (1989) ressalta que, além do banco de sementes, a chuva de sementes, o banco de plântulas e a formação de bosque (emissão rápida de brotos e/ou raízes provenientes de indivíduos danificados) desempenham papéis fundamentais na revegetação dos ecossistemas.

Técnicas que incrementam a chuva de sementes em áreas degradadas tendem a recompor o banco de sementes destas áreas, facilitando o seu processo sucessional natural e a

sua restauração, sendo ideal a utilização de várias técnicas conjuntamente (VIEIRA & REIS, 2003).

No intuito de enriquecer a chuva de sementes na UDTRA foram utilizadas as técnicas de nucleação com base nos poleiros artificiais, nos abrigos para a fauna e no plantio de mudas. E, para favorecer a recomposição direta do banco de sementes, da microbiota e da matéria orgânica do solo usou-se a transposição de solo de áreas com remanescentes de vegetação de Cerrado menos impactadas para a área de estudo. Segundo Reis et al. (2003) essas técnicas são utilizadas para propiciar melhorias na qualidade ambiental e favorecer a sucessão ecológica.

#### **4.1 Transposição do solo**

Diversos autores têm destacado o uso da transposição do solo como forma de manejo sustentável para a recuperação de áreas degradadas (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001; REIS et al., 2003; SOUZA et al., 2006; GANDOLFI & RODRIGUES, 2007; MARTINS, 2007). Nesses trabalhos os núcleos de transposição representaram uma alternativa eficiente de proporcionar resiliência na sucessão das áreas degradadas ao servir como trampolins ecológicos distribuídos na paisagem, os quais potencializaram os fluxos de organismos entre habitats e aumentaram a conectividade da paisagem (TRES, 2006).

No entanto, apesar desses trabalhos possuírem o consenso de que a transposição das porções de solo representa grandes probabilidades de recolonização da área com microrganismos, sementes e propágulos de espécies vegetais pioneiras, ainda não há na literatura especializada uma definição de qual o melhor componente do banco de sementes transposto, serapilheira ou solo superficial, para estimular a sucessão em solos degradados, dadas as diferenças em suas composições e densidades de sementes (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010)

A serapilheira é particularmente importante por atuar na superfície do solo como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica, sendo essencial na restauração da fertilidade do solo, principalmente, em áreas em início de sucessão ecológica (EWEL, 1976). Além disso, Harper (1977) afirma que a serapilheira também funciona como uma

manta que facilita a entrada de sementes e sua incorporação ao banco de sementes do solo. Já na camada superficial de solo além de sementes são encontrados ainda nutrientes, matéria orgânica e microrganismos essenciais para a recuperação da fertilidade e da atividade biológica do solo (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010).

No caso da UDTRA foi observado que nas parcelas de nucleação destinadas para a transposição de solo que receberam a camada superficial de solo e serapilheira houve maior número de indivíduos desenvolvidos, bem como maior densidade de cobertura das plantas nas parcelas, em relação aos resultados da segunda etapa de transposição que utilizou somente a camada superficial (gráfico 5 e 6).

Segundo Braga et al. (2007) e Araújo et al. (2008) a serapilheira compreende um conjunto de materiais que recobre o solo das formações vegetacionais incluindo folhas, frutos, sementes e outros componentes vegetais assim como eventualmente exemplares de insetos e outros organismos, diante desses materiais diversos, a sua deposição em novas áreas pode enriquecê-las com outras espécies ou mesmo com organismos benéficos. Sendo assim, é possível supor que a serapilheira favoreceu a maior probabilidade de germinação de plantas nas parcelas em que estava presente.

Além dessa condição, a serapilheira é fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as sementes viáveis do banco, ela também protege a superfície do solo dos raios solares mantendo a umidade e retendo a água da chuva, cedendo-a lentamente ao solo, potencializando a infiltração de água, em detrimento do escoamento superficial e, assim, colaborando para a conservação e proteção do solo, além de reduzir a sua amplitude térmica e consequentemente a evaporação de água (RODRIGUES, MARTINS & LEITE, 2010).

Portanto, a serapilheira pode ter favorecido melhores condições de desenvolvimento das plantas no decorrer do ano, inclusive, permitindo que o número de indivíduos continuasse aumentando na estação seca (maio a setembro), o que garantiu o rápido encobrimento parcial das parcelas de transposição. Diferentemente, do verificado nas parcelas de transposição que possuíam somente a camada superficial de solo. Nessas parcelas o número de plantas e a densidade de cobertura permaneceram praticamente constantes durante a maior parte do monitoramento e inferiores ao encontrado nas transposições com serapilheira (gráfico 5 e 6).

Outro fator que possivelmente favoreceu o destaque da técnica de transposição com serapilheira foi a instalação dos seus núcleos e em seguida o tempo de adaptação dos mesmos durante toda a estação chuvosa, período este em que a condição microclimática em média foi favorável pelas temperaturas amenas e pela maior disponibilidade de água pluvial.

Diferentemente do que ocorreu com a segunda etapa de transposição, em que nos primeiros meses do solo transposto houve um curto período chuvoso seguido de um mais seco.

Gráfico 5 – Resultado em média da transposição com camada superficial e serapilheira.

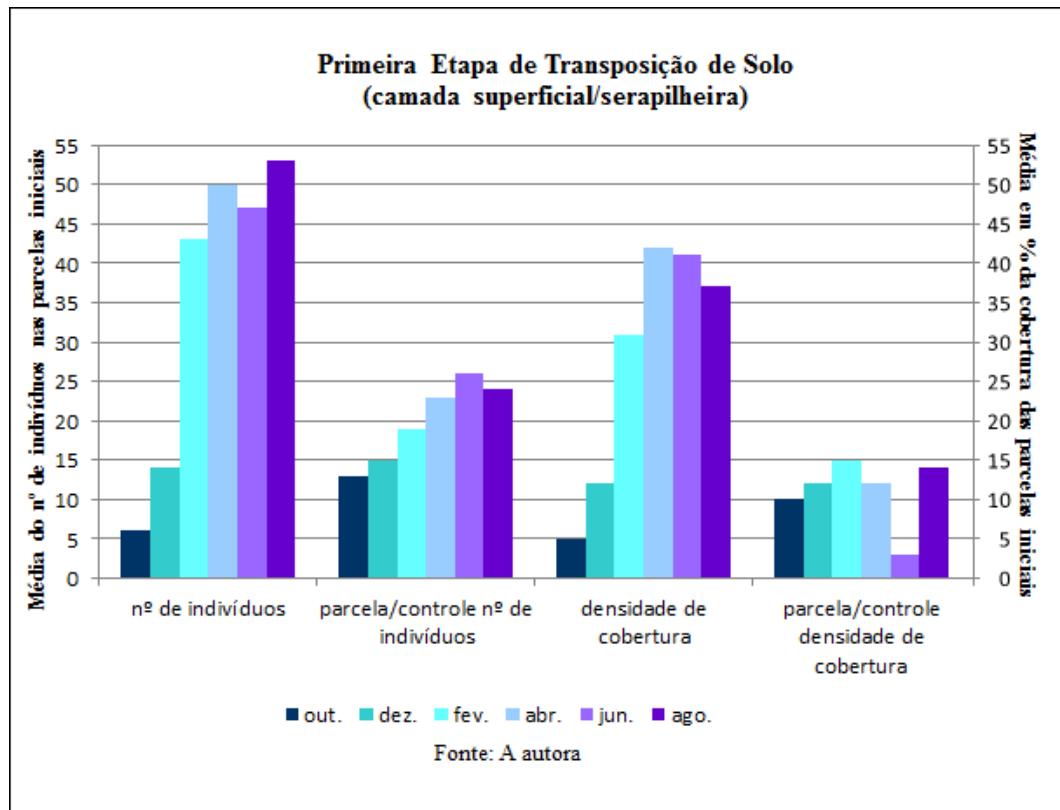
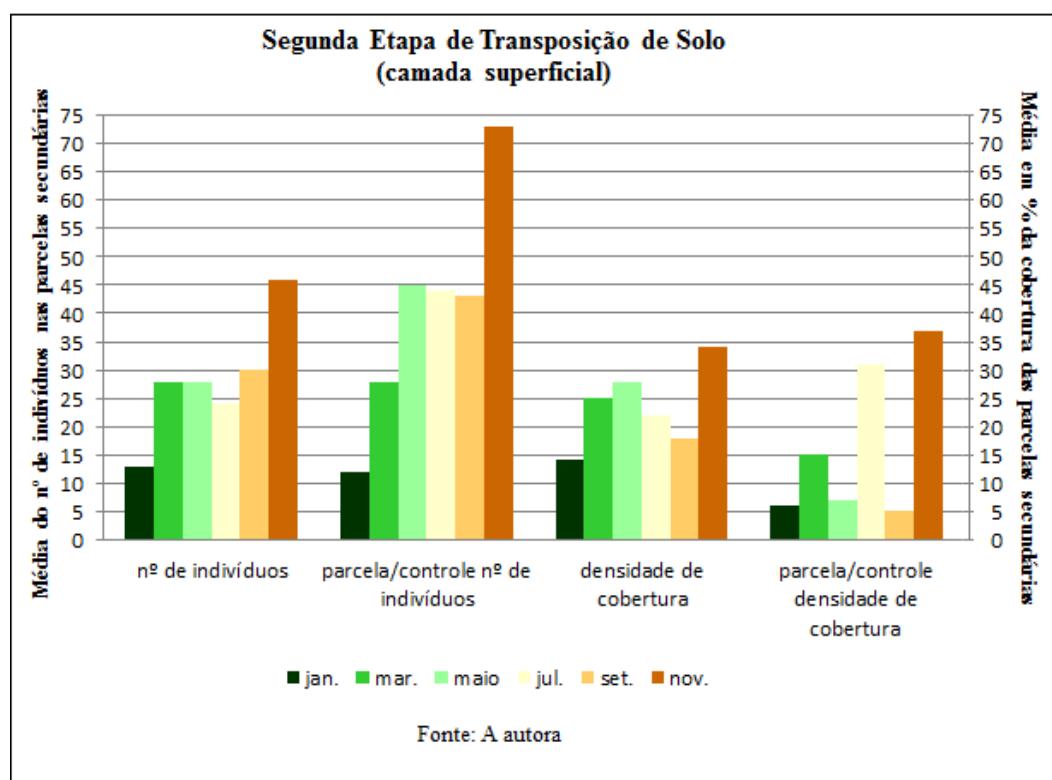


Gráfico 6 – Resultado em média da transposição de solo somente com a camada superficial.



Apesar do solo transposto nos dois tratamentos ter sido retirado de áreas de sucessão mais avançada próximos à UDTRA, onde se esperava resgatar predominantemente no banco de sementes as espécies arbóreas pioneiros, houve, por outro lado, abundante recrutamento de plantas herbáceo-arbustivas. Para Dalling (2002) o destaque dessas espécies no banco de sementes do solo deve-se à longa viabilidade das mesmas, assim como a grande produção de sementes e a seus eficientes mecanismos de dispersão. Em contrapartida, espécies típicas de estágios mais avançados da sucessão apresentam sementes recalcitrantes, as quais são geralmente grandes, com elevadas taxas de metabolismo e curta viabilidade.

Todavia, de acordo com Reis, Tres e Shiminsk (2006) quando o “novo” banco de sementes é disposto na área degradada grande parte das sementes de espécies pioneiros que originalmente estavam enterradas no solo ficam na superfície e tendem a germinar, já que em geral estas sementes são fotoblásticas positivas. As sementes que após a transposição continuarem enterradas e não germinarem irão compor o novo banco de sementes na área degradada.

Para Araújo et al. (2008) e Lorenzi (2008) a abundância das plantas herbáceas na regeneração natural é um fator positivo, uma vez que essas espécies podem ser fundamentais no processo de sucessão, ao atuarem como pioneiros no ambiente perturbado. Tais espécies herbáceas se proliferam rapidamente em locais abertos e estão aptas a suportar condições climáticas adversas, além disso, a tolerar temperaturas elevadas e baixas, ambientes úmidos e secos, apresentando grande capacidade de produzir sementes (CHRISTOFFOLETI & CAETANO, 1998).

Dentre as plantas herbáceo-arbustivas que desenvolveram nas parcelas de solo transposto se destacaram o *Ageratum conyzoides*, o picão-roxo; a *Tibouchina gracilis*, a flor-de-quaresmeira; *Acyrocline satureoides*, a macela; o *Croton glandulosus*, o gervão-branco; a *Chenopodium* sp., a erva-de-santa-Maria; a *Conyza* sp., a voadeira; a *Ipomoea* sp., a corda-de-viola, e a gramínea *Andropogon leucostachyus*; o capim-colchão, uma vez que essas plantas foram detectadas em praticamente todos os núcleos de transposição, em ambos os tratamentos, e também em alguns locais da UDTRA que não receberam diretamente material transposto. Da mesma forma, outras plantas foram frequentes, porém não identificadas (foto 16).

Foto 16 – Parcela recoberta com exemplares de plantas herbáceo-arbustiva presentes em quase todos os núcleos de transposição e em alguns locais da UDTRA.



Fonte: A autora

NOTAS: a) vista geral da parcela; a.1) detalhe de espécie não identificada e a.2) *Conyza* sp.

Na mesma condição de ocorrência, tanto nas parcelas de transposição como em alguns locais da UDTRA, foram observados indivíduos arbóreos, os únicos desenvolvidos nas parcelas, entre eles: *Jacaranda* sp., a caroba e o *Solanum lycocarpum*, a lobeira e a palmeira *Mauritia flexuosa*, o buriti (foto17 e 18).

Foto 17 – Parcela de transposição sendo ocupada por diferentes espécies de plantas, dentre elas arbóreas, detalhe nos cantos superiores.



Fonte: A autora

NOTAS: a) vista geral da parcela e a.1) detalhe da *Jacaranda* sp., um dos poucos indivíduos arbóreos desenvolvidos nas parcelas de transposição até o fim do monitoramento.

Foto 18 – Parcela de transposição sendo ocupada.



Fonte: A autora

NOTAS: a) vista geral da parcela de transposição. a.1) detalhe da *Mauritia flexuosa* e do a.2) *Solanum lycocarpum*.

As plantas herbáceo-arbustivas, por exemplo, a *Chamaecrista rotundifolia*, a erva-de-coração; a *Richardia brasiliensis*, a poaia-branca; a *Euphorbia prostrata*, a quebra-pedra-rasteira; a *Byrsonima correifolia*, a cangiqueira; o *Hypochaeris brasiliensis*, o almeirão-do-cafezal; a *Commelina* sp., a trapoeraba; o *Ocimum* sp., a alfavaca; e a *Emilia* sp. a serralhinha, entre outras não identificadas, também foram encontradas em vários núcleos de transposição, nos dois tratamentos, porém de forma exclusiva nesses microambientes (foto 19).

Foto 19 – Parcela de transposição com exemplar de indivíduo encontrado em vários núcleos.



Fonte: A autora

NOTAS: a) vista geral da parcela de transposição. a.1) *Chamaecrista rotundifolia* a.2) espécie não identificada

Diante desses resultados, supõe-se que a técnica de transposição possibilitou o aumento do número de indivíduos de espécies locais, além de introduzir novas espécies. Com base nisso, acredita-se que o aumento na densidade de espécies locais, provavelmente, contribuiu para uma maior variabilidade genética na UDTRA e, a introdução de novas plantas favoreceu a ampliação da riqueza de espécies.

Além das plantas herbáceo-arbustivas comuns entre várias parcelas de nucleação houve espécies específicas que se desenvolveram somente em certos núcleos de transposição, por exemplo, os indivíduos de: *Duguetia furfuracea*, o araticum miúdo; *Zornia villosa*, a chapinha; *Thelypteris dentata*, a samambaia-rabo-de-gato; *Mimosa polycarpa*, a malícia; *Ananas comosus*, o gravatá; *Melancium campestre*, o melãozinho do campo; *Silene* sp., o alfinete-da-terra; *Cyperus* sp. o junquinho; e *Echinolaena inflexa*, o capim-flechinha, entre outras plantas não identificadas (foto 20). Provavelmente, o banco de sementes transposto para esses núcleos possuiu variação na sua composição ao encontrar tais espécies de forma limitada em relação ao restante das parcelas.

Foto 20 – Núcleo de transposição e detalhe de alguns indivíduos encobrindo-o.



Fonte: A autora

NOTAS: a) vista geral da parcela de transposição. a.1) detalhe do *Ananas comosus* e do a.2) *Melancium campestre*

Em todo caso, a transposição de núcleos de solo trouxe para a área de estudo um banco de sementes alóctone que favoreceu o desenvolvimento de várias espécies nativas nas parcelas, predominantemente as herbáceo-arbustivas, as quais apresentaram uma diversidade de formas de vida, síndromes de dispersão e polinização.

De maneira geral, espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas pioneiras recrutadas a partir do banco de sementes do solo podem facilitar a dispersão e o estabelecimento de outras espécies de estágios sucessionais mais avançados, fornecendo alimento e abrigo para dispersores generalistas (CHARLES-DOMINIQUE, 1986; FLEMING, 1986) e melhorando as condições do micro-habitat como umidade e temperatura (UHL, 1987).

Nesse sentido, tais espécies, principalmente, as herbáceo-arbustivas contribuíram para incrementar a camada de serapilheira no solo e a cobertura vegetal das parcelas de transposição, uma vez que, em vários momentos, indivíduos de algumas das herbáceo-arbustivas entraram em senescência, facilitando o ambiente para os primeiros decompositores, além da entrada de luz nas parcelas e a disponibilidade de recursos para o solo (foto 21).

Odum (1988) afirma que as plantas que morrem são incorporadas ao solo, permitindo a disponibilização do nitrogênio fixado e de outros nutrientes retidos, melhorando a qualidade do solo e dando continuidade aos ciclos de alguns dos elementos da natureza.

Foto 21 – A transposição contribuindo para o gatilho no processo sucessional, detalhe das plantas ao centro facilitando o ambiente para próximas *seres* ao entrarem em senescência.



Fonte: A autora

Assim, o microambiente nas parcelas de transposição aparentemente tornou-se adequado para a entrada posterior de *seres* subsequentes colaborando para o avanço da

sucessão ecológica na área da UDTRA, inclusive, no que se refere à substituição da maciça cobertura de gramíneas exóticas por espécies nativas (foto 22 e 23).

Foto 22 – Evolução de alguns dos núcleos de transposição com serapilheira.



Fonte: A autora

Foto 23 – Evolução de um dos núcleos de transposição sem a camada de serapilheira.



Fonte: A autora

Outro potencial das espécies que desenvolveram nos núcleos de transposição foi o fornecimento de abrigo, sombreamento e alimento para a fauna, o que aumentou as probabilidades de sua chegada à área, por conseguinte, da chuva de sementes (foto 24).

Foto 24 – Consumo de frutos desenvolvidos nas parcelas de transposição confirmando a interação da técnica com os animais.



Fonte: A autora

NOTAS: a) melãozinho do campo encontrado na parcela de transposição; b) vestígio do consumo do melãozinho, carregado para um lugar distante da parcela e c) fruto da lobeira consumido distante da parcela que havia se desenvolvido.

Além disso, foi observado que algumas plantas entraram em floração, condição que para Bechara (2006) faz acelerar e aumentar as interações com a fauna (polinizadores e dispersores). As interações, animal-planta, segundo Tres (2006), promovem a formação de cadeias alimentares complexas, as quais são importantes em ambientes no início do processo de restauração.

De maneira geral, as parcelas de transposição se destacaram na paisagem formando aglomerados de vegetação natural que tendiam a se comportar como pequenos pedaços do ecossistema natural (foto 25).

Foto 25 – Os núcleos formados geram aglomerados de vegetação que se destacam na paisagem



Fonte: A autora

De acordo com Tres e Reis (2009) os núcleos formados pela técnica de transposição podem vir a gerar aglomerados de vegetação densa que se destacam na paisagem como os primeiros núcleos de abrigo para a fauna e produção das primeiras sementes na área em questão. Sendo, possível, em curto prazo, que animais façam a interligação entre os fragmentos conservados e as áreas em restauração, através do fluxo gênico (pólen e sementes), garantindo uma maior permeabilidade da paisagem no espaço e no tempo.

O sucesso da transposição de solo em estimular a nucleação na UDTRA também ficou evidenciado pelo resultado encontrado nas parcelas de controle dos tratamentos de transposição, sendo que no tratamento que continha a serapilheira, a parcela de controle apresentou menor número de indivíduos e menor densidade, já no tratamento somente com a camada superficial de solo, mesmo o controle possuindo maior número de indivíduos a densidade de cobertura foi menor do que a encontrada nas parcelas de transposição (gráfico 5 e 6).

Nos dois casos o solo das parcelas de controle manteve-se praticamente exposto e compactado por todo o período de monitoramento, dificultando, supostamente, o estabelecimento das espécies vegetais e contribuindo para o déficit em termos de resiliência nas parcelas e, consequentemente, na área da UDTRA.

Uhl (1991) afirma que muitas vezes o solo das áreas de pastagem abandonada torna-se compactado dificultando o restabelecimento da vegetação natural. Outra condição é a perda da matéria orgânica no solo, que também desfavorece o processo sucessional, além de ser a principal consequência da degradação do solo (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010).

Diante do resultado das parcelas de controle, percebe-se que apenas a retirada das gramíneas exóticas não foi o suficiente para o sucesso da restauração da área, bem como do solo, sendo, portanto, necessário o uso da transposição de solo para incrementar e agilizar estes processos.

Na transposição do solo além de sementes resgatam-se seres vivos (microrganismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas, entre outros) responsáveis pela ciclagem de nutrientes, pela reestruturação e fertilização do solo; e também materiais minerais e orgânicos, os quais auxiliam na recuperação das propriedades físico-químicas do solo degradado e, por conseguinte na regevetação da área (REIS et al., 2003).

Portanto, ao se retirar a camada superficial do horizonte orgânico de um fragmento adjacente à área de estudo e com sucessão mais avançada, aparentemente, se contribuiu para desencadear um novo ritmo sucessional nas parcelas que receberam esse material, pois se

resgatou parte da diversidade estrutural e funcional do solo da área fonte, e se favoreceu a reintrodução de diversas espécies da fauna e flora importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo.

Assim, a técnica de transposição de solo na UDTRA mostrou a possibilidade de resgatar plantas de outras áreas preservadas na Fazenda, bem como favorecer as espécies locais da área de estudo, sendo que os melhores resultados em termos de densidade e número de indivíduos foram obtidos quando solo superficial e camada de serapilheira foram transpostos em conjunto para a área.

Todavia, nota-se que houve a infestação e reinfestação das gramíneas exóticas nas parcelas de transposição, em ambos os tratamentos, sendo realizado constantemente o controle de tais espécies para que estas não viessem a tomar a área das parcelas, impedindo o estabelecimento das espécies nativas. Em vista disso, acredita-se que as gramíneas exóticas dificultam de maneira geral a regeneração natural da UDTRA (foto 26).

Foto 26 – Manutenção da área de transposição:  
identificação da parcela e retirada das espécies invasoras.



Fonte: A autora

Soares (2009) na tentativa de restaurar uma clareira dominada por *Melinis minutiflora* descreveu que em áreas dominadas por gramíneas exóticas a implantação de pequenos núcleos ( $1m^2$ ) com a transposição de solo não tem um efeito satisfatório se não houver um constante monitoramento da área associado a introdução de espécies capazes de competir com as gramíneas.

Além disso, Miranda Neto et al. (2010) sugerem que o banco de sementes antes de ser transposto deve ser analisado para que plantas herbáceas e gramíneas agressivas não inibam a sucessão que se pretende estimular.

A regeneração facilitada em áreas degradadas pode ser melhor planejada se, efetivamente, forem levantadas informações sobre o estado do banco de sementes das mesmas (TEKLE & BEKELE, 2002). Garwood (1989), Rodrigues e Gandolfi (1998) salientam que a riqueza e abundância de espécies no banco de sementes (associado com a chuva de sementes) contribuem com importantes informações sobre o potencial de regeneração das comunidades.

Sendo assim, nas próximas transposições para a área da UDTRA ou para demais áreas de aspecto semelhante se sugere que ocorra a avaliação da composição florística e a densidade das espécies no solo oriundo da área fonte e receptora. Geralmente, a amostragem da camada superficial do solo (5 cm) tem sido a comumente utilizada em estudos desta natureza por ser a mais representativa em termos de densidade e riqueza de sementes viáveis do banco (BRAGA et al., 2008; MARTINS, S.V. et al., 2008; MARTINS, 2009). Sendo o mais interessante que a camada de solo analisada contenha sementes de espécies das mais variadas formas de vida (herbáceas, arbustivas, arbóreas, lianas) e de diferentes estágios sucessionais (REIS; TRES & SHIMINSK, 2006).

Reis et al. (2003) defendem a utilização de solos de distintos níveis sucessionais para que haja uma grande diversidade de micro, meso e macroorganismos no ecossistema a ser restaurado. Além disso, pode-se fazer a transposição nas diferentes estações do ano, abrangendo desta forma, padrões fenológicos da comunidade (VIEIRA, 2004).

Também é recomendado que o material quando recolhido para a transposição, se possível, seja depositado concomitantemente em seu novo local em dias úmidos e/ou não demasiadamente quentes, e ainda se aconselha a efetuar uma boa descompactação do ponto a ser restaurado, antes da transposição (BECHARA, 2006). Tais aspectos segundo Araújo et al. (2008) são importantes em função da criação de condições favoráveis para a germinação de sementes e o desenvolvimento de plântulas.

No caso da UDTRA, a maior proporção de estabelecimento foi das plantas herbáceo-arbustivas, condição que, por sua vez, poderá ser substituída em alguns anos por outras espécies de maior porte e de estágios mais avançados de sucessão. Contudo, esse processo talvez se estagne devido à suposta ausência de espécies pioneiras e secundárias no banco de sementes da área de estudo, sendo interessante, o enriquecimento através de outras técnicas de nucleação, além da semeadura direta e da hidrossemeadura para garantir o estabelecimento dessas espécies.

## 4.2 Abrigos para a fauna

Sabe-se que um dos requisitos básicos para a restauração é a presença, dentro de uma comunidade em formação, de abrigos para a fauna. Uma área descampada permite uma grande exposição dos animais aos seus predadores o que implica, muitas vezes, na evasão de várias espécies das áreas degradadas (ESPÍNDOLA et al., 2003).

No caso da UDTRA, para aumentar as possibilidades de refúgio da fauna e, por conseguinte, facilitar a interação da fauna local com as técnicas de nucleação foram formados montes de galharia e resíduos vegetais, já que segundo Costa; Schilitlerz e Neves (2011) e Reis, Tres e Bechara (2006) tais acúmulos podem funcionar como abrigos artificiais, atraindo potenciais dispersores de sementes secundários, algo que potencialmente antecipa o processo de regeneração de um ambiente degradado.

De maneira geral, quando da observação direta e pontual das quatro parcelas de nucleação onde foram dispostas as galharias, somente em uma delas foi possível constatar a ocupação por animais, no caso em questão, da formação de uma colônia de abelhas (Foto 27).

Foto 27 – Abrigos para a fauna: parcelas de nucleação formadas por galharias e resíduos vegetais na UDTRA.



Fonte: A autora

NOTAS: a) exemplar de abrigo para a fauna; a.1) exemplar anterior de abrigo, agora, sendo usado por abelhas; b) abrigo servindo como barreira contra a proliferação de gramíneas exóticas invasoras; b.1) exemplar anterior de abrigo, sendo colonizado por fungos, detalhe no centro da foto; c) abrigo sendo invadido pelas gramíneas exóticas e d) abrigo contendo a invasão das gramíneas.

Acredita-se que tal resultado só fora possível de verificação pela constância da presença das abelhas na galharia, diferentemente, do que pode ter ocorrido com outros animais que simplesmente as ocuparam instantaneamente ou num período fora do

monitoramento. Em vista disso, registrou-se a presença e os vestígios da fauna na área total da UDTRA por se acreditar na grande influência dessa técnica na facilitação do refúgio e da transição dos animais pela área (foto 28 e 29).

Foto 28 – Vestígios da fauna presente na UDTRA



Fonte: A autora

NOTAS: a) vestígio de animais ovíparos; b) excreções de animais de pequeno a médio porte e c) resquícios da presença de animais frugívoros.

Todavia, foi observada a formação no interior das galharias de um microambiente diferenciado do restante da área de estudo onde ocorria aparentemente: mais umidade e sombreamento, bem como a proteção contra vento. Tais condições segundo Mariot et al. (2008) oferecem vantagens na restauração de uma área degradada ao criarem um microhabitat propício ao desenvolvimento de plântulas, à colonização por insetos e ao abrigo de pequenos vertebrados, esses que por sua vez atraem consumidores como uma avifauna diversificada, a qual também pode vir a atrair seus predadores e promover a dispersão de sementes.

Foto 29 – Presença da fauna na UDTRA.



Fonte: A autora

NOTAS: a), b) e c) representantes da classe Insecta; d)  
e e) animais da classe Arachnida; f) indivíduo da  
classe Amphibia e g) representante da classe Reptilia.

Em vista disso, o enleiramento de galharia além de fornecer abrigo também proporciona o resgate dos processos ecológicos, principalmente no desencadeamento de cadeias tróficas, contribuindo para a restituição da troca de energia entre os seres vivos e na restauração de áreas (BECHARA, 2006). Ressalta-se que nas galharias aonde houve a maior cobertura de galhos e também de resíduos vegetais foi observada a menor penetração dos raios solares, fazendo com que tais acúmulos servissem como barreira mecânica e abafamento contra a proliferação das gramíneas exóticas invasoras.

Outra condição observada nas galharias foi a decomposição de suas estruturas mais próximas ao solo, sendo possível encontrar representantes do reino fungi. Segundo Reis et al. (2003) essa técnica de nucleação com base em abrigos para a fauna também possui como função servir de fonte de alimento para decompositores e aporte de matéria orgânica, a qual é gerada pela decomposição de seu material, que enriquece o solo e cria condições adequadas à germinação e crescimento de sementes de espécies mais adaptadas aos ambientes sombreados e úmidos. De acordo com Primavesi (1988) quando a matéria orgânica é decomposta são formadas substâncias agregantes do solo como, principalmente, os ácidos poliurônicos. A agregação do solo em grumos torna a terra porosa, contribuindo para a sua fertilidade física.

Bechara (2006) em um estudo em floresta estacional semidecidual observou a decomposição avançada de leiras de galhos com cerca de 50 cm de altura em apenas 11 meses. No caso das leiras na UDTA acredita-se que estas demorarão mais tempo para se decompor devido às diferentes condições ambientais em que estão sujeitas por estarem em um ambiente aberto. No entanto, com o passar do tempo, o incremento da matéria orgânica no solo melhorará as propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato, e, possivelmente, ocorrerá aumento da atividade microbiológica devido ao aumento de N provindo da matéria orgânica incorporada ao solo (MARTOS, 1996).

Em áreas degradadas pela retirada de grandes porções de solo, como nas áreas de empréstimo para mineração ou para o represamento de hidrelétricas, a principal preocupação consiste em repor alguma matéria orgânica para que microrganismos possam disponibilizar nutrientes para as plantas. A técnica de abrigo para a fauna foi utilizada com sucesso na restauração de áreas de empréstimo nas hidrelétricas de Itá e Quebra-queixo, SC. Nesses trabalhos a galharia foi recolhida da área destinada à formação do lago, o que garantiu um efetivo resgate da flora e da fauna local, aderidos aos galhos foram transportados sementes, raízes, caules com capacidade de rebrota, pequenos roedores, répteis e anfíbios. As leiras

formadas colonizaram e irradiaram diversidade nas áreas de empréstimo propiciando ainda um ambiente adequado para a formação de solo (REIS, 2001).

Segundo Bechara (2006) uma das possibilidades para potencializar o efeito da atração da fauna pelas galharias é a formação de pilhas mais altas, com aproximadamente dois a três metros de altura, além disso, o abrigo para a fauna pode ser disposto no terreno na forma de linhas longas não necessariamente equidistantes, mas cobrindo grande parte da área.

Nas próximas intervenções na UDTRA e em área semelhantes podem ser seguidas tais recomendações e, ainda, a fim de manter mais sombreamento no interior da galharia pode-se realizar a semeadura direta e a hidrossemeadura, principalmente, de espécies ripárias.

### **4.3 Plantio de mudas**

Outra forma de ampliar o processo de nucleação, bem como atrair diversidade biológica para as áreas degradadas é a introdução de espécies por meio do plantio de mudas em grupos (ESPÍNDOLA et al., 2003).

O plantio tradicional em que toda uma área degradada é reflorestada com mudas é bastante oneroso e tende a fixar exclusivamente a incorporação da fase arbórea por um longo período promovendo, muitas vezes, apenas o crescimento dos indivíduos das espécies plantadas associado com tratamentos culturais como capina das entrelinhas e replantio. De tal forma, as fases iniciais da sucessão são puladas como, por exemplo, a colonização por ervas, lianas, arbustos e arvoretas, o que inibe interações planta-animal e interrompe a sucessão natural (BECHARA et al., 2005; REIS, TRES & BECHARA, 2006).

Em vista disso, Kageyama e Gandara (2000) afirmam que nas florestas já implantadas pelo modelo tradicional de recuperação são duvidosas as possibilidades de polinização, dispersão, regeneração e predação natural, processos essenciais para a auto-renovação dessas áreas. De maneira geral, os modelos tradicionais de recuperação, usados até hoje em larga escala, geraram plantações de árvores com grande desenvolvimento de diâmetro e altura, porém com baixa diversidade de formas de vida e um estrato regenerativo dominado por gramíneas exóticas (SOUZA & BATISTA, 2004), sem a formação de um mosaico como ocorre em florestas naturais.

Nos grupos de mudas, por sua vez, ao serem implantadas espécies dos estádios finais de sucessão conjuntamente com espécies dos estádios iniciais se compõe unidades sucessionais, resultando numa gradual substituição de espécies dos diferentes grupos ecológicos no decorrer do tempo, por conseguinte, caracterizando o processo de sucessão (ATTANASIO et al., 2006).

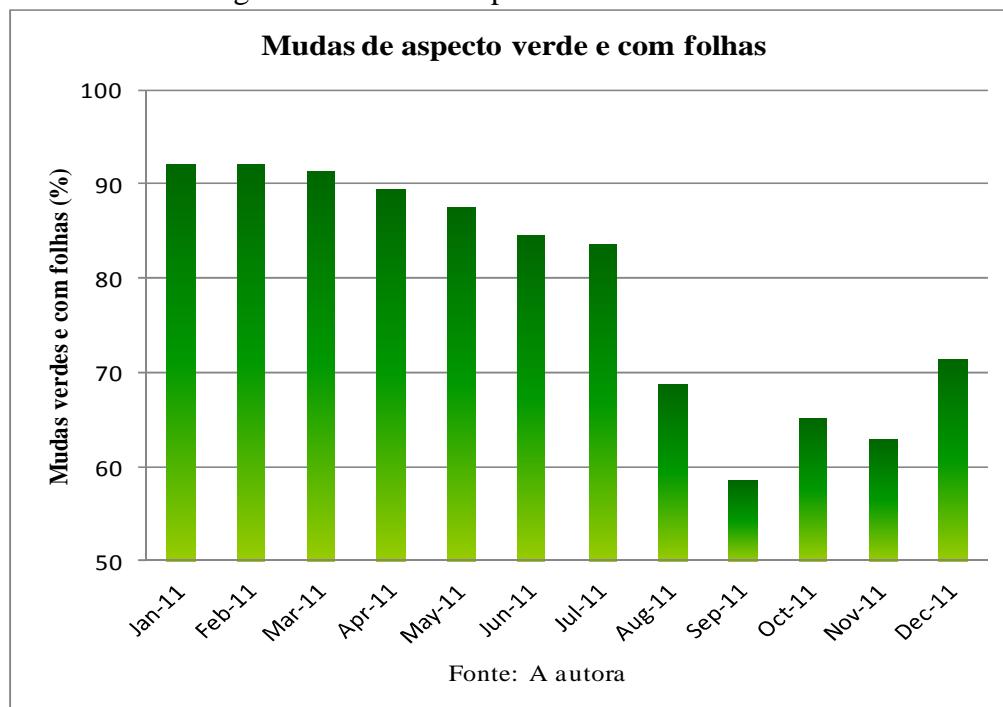
Além disso, na formação dessas ilhas, como definido por Reis, Zambonin e Nakazono (1999) e Kageyama e Gandara (2000), são colocadas plantas de distintas formas de vida, geralmente com precocidade para florirem e frutificarem de forma a atraírem predadores, polinizadores, dispersores e decompositores para os núcleos formados. Isso gera condições de adaptação e reprodução de outros organismos, além do resgate das interações entre eles, possibilitando a expressão dos fenômenos eventuais. Tais fenômenos são considerados mais importantes do que os esperados nos plantios tradicionais, aonde na maior parte das vezes, não há entrada de fluxos externos (REIS; ZAMBONIN & NAKAZONO, 1999).

Assim, a importância desta técnica consiste na seleção de espécies com forte poder de nucleação (REIS; TRES & SCARIOT, 2007) e, de acordo com Citadini-Zanette (1995) as espécies devem ser aquelas que ocorrem naturalmente em condições de clima, solo e umidade semelhantes as da área onde haverá o plantio. Para a recuperação de áreas degradadas são recomendadas, portanto, espécies com base em levantamentos florísticos e fitossociológicos de remanescentes da região e a posterior combinação com grupos de sucessão.

Desta forma, a restauração além de condizente com as características ecológicas é propiciadora do aumento da biodiversidade representando também a minimização de esforços dispendidos (REIS; TRES & SHIMINSK, 2006).

No caso das espécies selecionadas para o plantio na área da UDTRA se priorizou aquelas nativas do Cerrado, buscando evitar perdas de plantio e a descaracterização da vegetação da região. Este fato pode ter favorecido os bons resultados de mudas verdes e com folhas na área no decorrer do monitoramento, considerando que tais condições, aparentemente, dão a característica de sobrevivência às mudas (gráfico 7).

Gráfico 7- Porcentagem de mudas de aspecto verde e com folhas na área de estudo.



Após 12 meses de monitoramento (janeiro a dezembro/11) e de 15 meses do plantio foi observado que 71,4% das plantas (243 mudas das 340 inicialmente plantadas) apresentavam aspecto de sobrevivência. Segundo Corrêa & Cardoso (1998), em plantios de recuperação de áreas degradadas em cerrado sentido restrito, valores de sobrevivência iguais ou superiores a 80% podem ser considerados altos. No entanto, para Cromberg & Bovi (1992) porcentagens de sobrevivência acima de 60% em diferentes condições de degradação também podem ser considerados relativamente altos. Lazarini et al. (2001) afirmam que em ambientes degradados como um pasto abandonado e com a predominância da *Brachiaria* sp. a sobrevivência de 57% das mudas aos 14 meses após o plantio é satisfatória.

Diante dos apontamentos, acredita-se que os resultados obtidos na UDTRA em relação ao aspecto de sobrevivência das mudas sejam aceitáveis, principalmente, pelas condições naturais em que foram plantadas as mudas, ou seja, sem os tradicionais tratos culturais como irrigação, adubação e controle de formigas. A perda obtida, apesar de baixa, pode estar relacionada há vários fatores como, por exemplo, a forma como ocorreu transporte das mudas até o local do plantio, o tipo de acondicionamento das mudas em saquinhos, a marcada estacionalidade climática, as doenças, a competição com outras espécies e a fenologia das plantas.

Para Pina-Rodrigues, Lopes e Bloomfield (1997) o estresse hídrico, a competição com invasoras e o ataque de formigas são consideradas as principais causas da mortalidade e do

pequeno desenvolvimento de mudas em plantios em áreas degradadas. Corrêa e Cardoso (1998) também consideram como causas de perdas nos plantios os danos físicos, as doenças, as pragas, a competição e as características intrínsecas das espécies.

Ao avaliar a porcentagem de mudas com aspecto verde e com folhas no decorrer do tempo de monitoramento (gráfico 7), foi verificada uma constância de mudas com tais características nos dois primeiros meses, posteriormente, houve um decréscimo nesse número, principalmente na estação seca. A partir do mês de agosto/11 foram acentuadas as perdas de mudas com os aspectos que sugerem sua sobrevivência, sendo, esta tendência revertida em dezembro/11.

Segundo Alvim (1964) as espécies tropicais geralmente são influenciadas negativamente pelo déficit hídrico da estação seca, o que induz a redução ou dormência das atividades cambiais ou de divisão celular (BOTOSSO & TOMAZELLO FILHO, 1999), as quais estão acopladas aos processos dependentes de água como fotossíntese, metabolismo do nitrogênio, turgor e expansão celular e, translocação e absorção de sais (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972).

Algumas espécies do Cerrado, no entanto, possuem adaptações para superar o estresse hídrico, como os xilopódios ou um sistema radicular bem desenvolvido (EITEN 1972, JACKSON et al., 1999, FRANCO et al., 2005, OLIVEIRA et al., 2005), permitindo-lhes retirar água e nutrientes do solo em profundidade e produzir folhas durante o período seco e manter a folhagem ao longo do ano (SARMIENTO; GOLDSTEIN & MEINZER, 1985, FRANCO et al., 2005, LENZA & KLINK 2006, OLIVEIRA 2008). Em outro extremo, algumas espécies perdem completamente as folhas por um curto período de tempo durante a estação seca e, por isso, são categorizadas como brevidecíduas ou decíduas (SARMIENTO; GOLDSTEIN & MEINZER, 1985, FRANCO et al., 2005, LENZA & KLINK 2006), minimizando a perda de água durante esta estação desfavorável. Tais estratégias de estabelecimento podem estar relacionadas às espécies plantadas na UDTRA para superar a limitação hídrica sazonal.

Todavia, quedas nas taxas de sobrevivência das mudas no primeiro ano de vida são esperadas em plantios de recuperação, já que as mudas passam por um período de adaptação às condições de campo e intempéries (FONSECA et al., 2001). Pesquisas realizadas em plantios de recuperação no bioma Cerrado (DURIGAN & SILVEIRA, 1999; SOUZA, 2002; REZENDE, 2004; MELO, 2006; SILVA, 2007), confirmam esse decréscimo nas taxas de

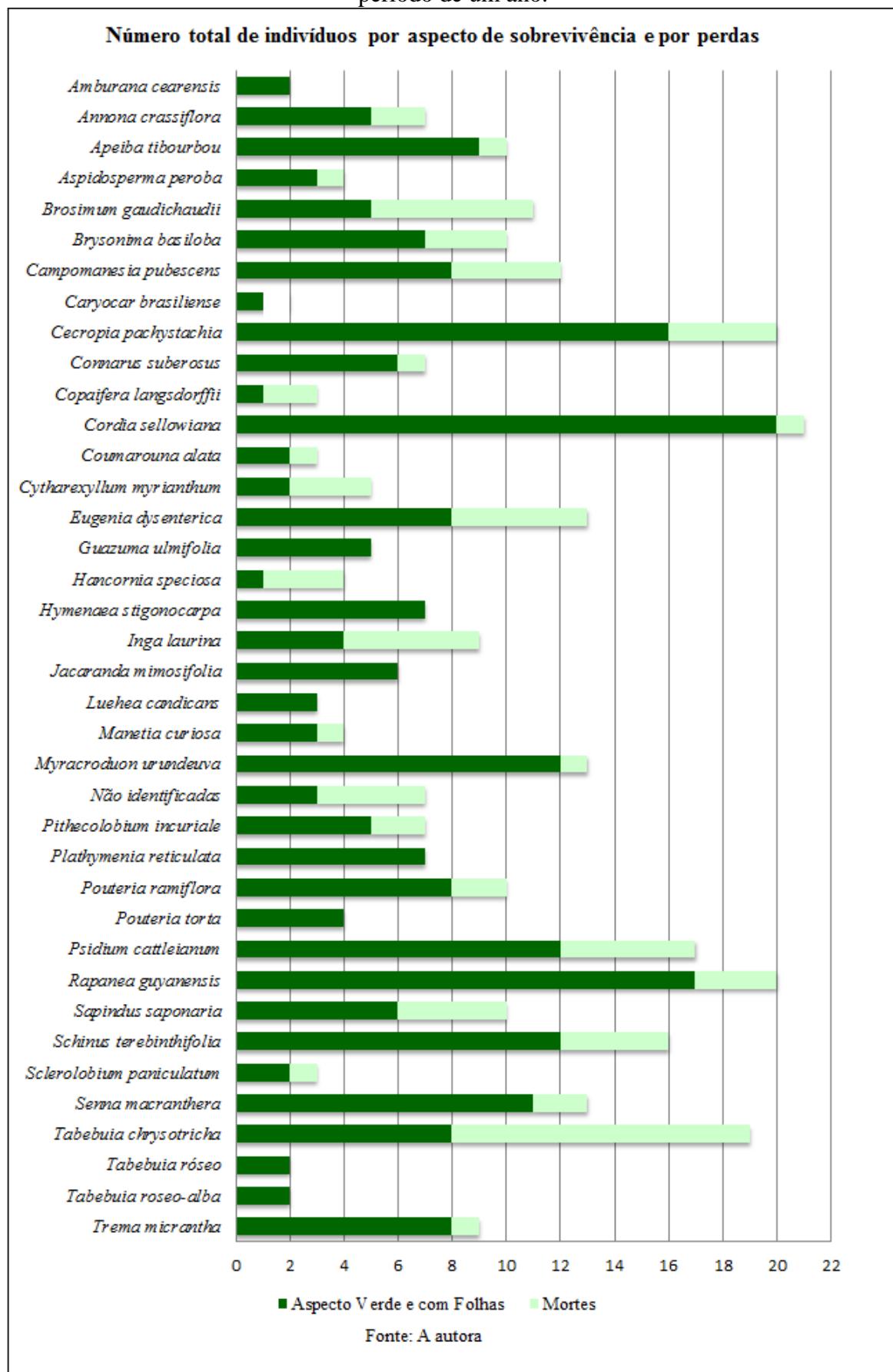
sobrevivência, sendo que, em alguns casos, podem ocorrer taxas de mortalidade semelhantes para os períodos úmido e seco durante o primeiro ano do plantio (FRANCO et al., 1996).

Dentre as 37 espécies plantadas e identificadas na UDTRA, nove espécies apresentaram a sobrevivência de todas as suas mudas: a *Amburana cearensis*, a umburana; o *Caryocar brasiliense*, o pequi; a *Guazuma ulmifolia*, o mutambo; a *Hymenaea stigonocarpa*, o jatobá do cerrado; a *Jacaranda mimosifolia*, o jacarandá minoso; a *Luehea candidans*, o açoita-cavalo; a *Plathymenia reticulata*, o vinhático, a *Tabebuia róseo*, o ipê rosa e a *Tabebuia róseo-alba*, o ipê branco (gráfico 8).

Em seguida, houve alta sobrevivência, segundo a relação do total de indivíduos plantados de cada espécie com o total de seus respectivos indivíduos com aspecto verde e com folhas, de: *Cordia sellowiana*, o capitão do campo (95,2%); *Myracrodruon urundeuva*, a aroeira do sertão (92,3%) e *Apeiba tibourbou*, o pente de macaco (90%). No outro extremo, as espécies que menos sobreviveram foram: *Cytharexylum myrianthum*, o pombeiro (40%); *Copaifera langsdorfii*, o óleo de copaíba (33,3%) e *Hancornia speciosa*, a mangaba (25%). No caso das mudas não identificadas, que foram coletadas em outras áreas da Fazenda, estas também apresentaram baixa sobrevivência (42,8%) (gráfico 8).

O destaque dos bons resultados de sobrevivência de algumas espécies em comparação com outras ocorreu possivelmente pelo nível de adaptação às condições ambientais do local (disponibilidade de nutrientes, luz, água e condições do solo), sendo aquelas mais adaptadas, as mais sobreviventes. No entanto, mesmo as mudas coletadas em fragmentos próximos à UDTRA serem consideradas potencialmente adaptadas às exigências naturais do local, uma vez que foram coletadas já desenvolvidas no ambiente semelhante ao do plantio, houve baixa sobrevivência das mesmas. Condição que pode estar relacionada à forma que foram coletadas e transpostas.

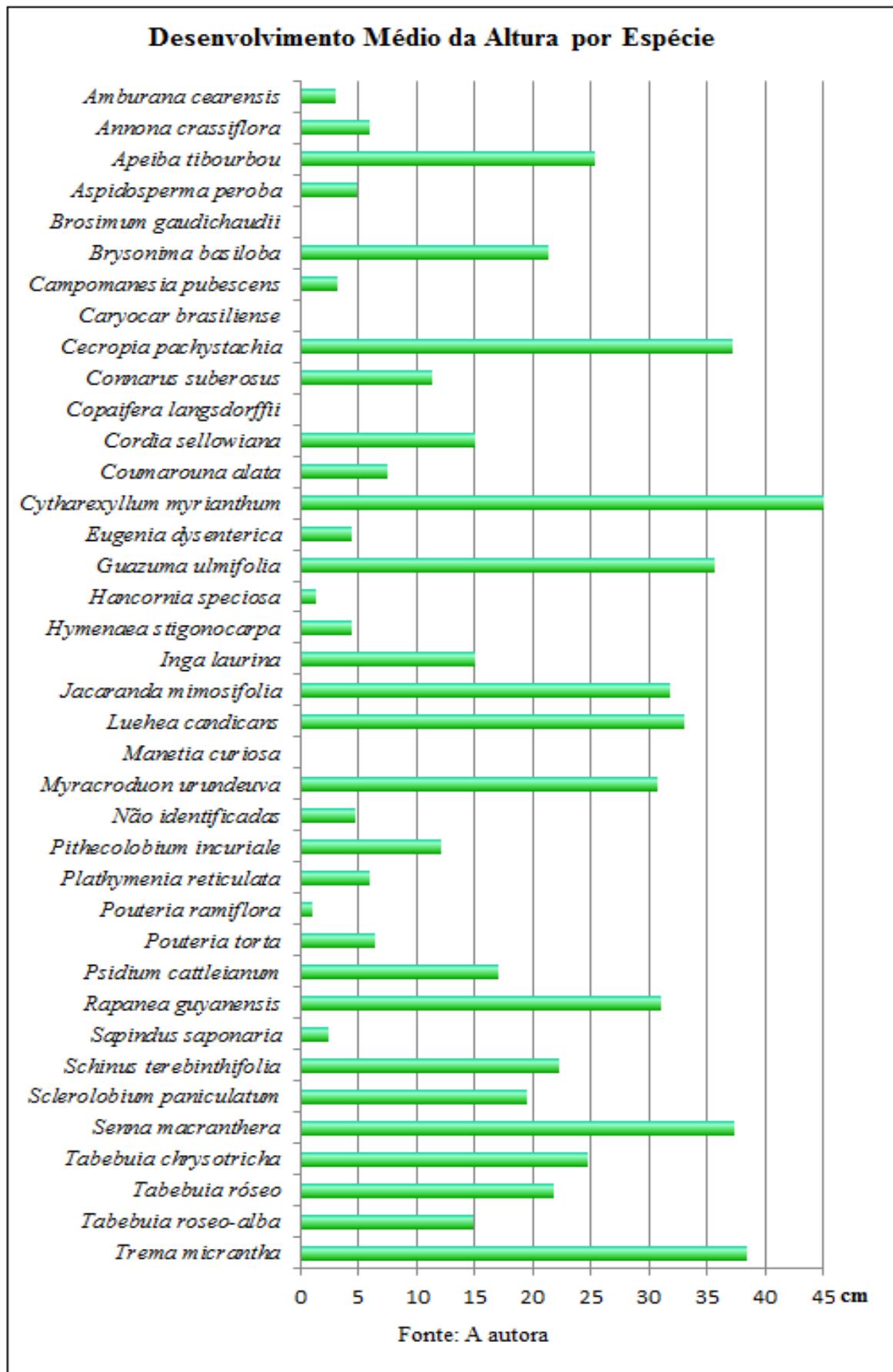
Gráfico 8- Número de indivíduos por espécie em relação à sobrevivência e à mortalidade no período de um ano.



Em relação ao desenvolvimento das espécies notou-se que, após o período de aclimatação das mudas na área até a última coleta de dados (12 meses), a média da altura entre os indivíduos sobreviventes de cada espécie geralmente foi maior para o grupo das pioneiras, principalmente para: *Cytharexylum myrianthum*, o pombeiro (45 cm); *Trema micrantha*, a candiúba (38,5 cm); *Senna macranthera*, a cássia mandurana (37,3 cm) e *Cecropia pachystachia*, a embaúba (37,2 cm). Tais espécies consideradas de sucessão inicial se desenvolveram plenamente nas parcelas onde foram plantadas, possivelmente por receberem intensa luminosidade. Diferentemente, da *Manetia curiosa*, o chichá; da *Copaifera langsdorffii*, o óleo de copaíba; do *Caryocar brasiliense*, o pequi e do *Brosimum gaudichaudii*, a mama cedula, espécies que em média não tiveram acréscimos na altura durante o monitoramento, provavelmente, em decorrência de alguma condição adversa e/ou por se desenvolverem melhor em ambientes mais sombreados (gráfico 9). Para Engel e Parrotta (2000) embora espécies com desenvolvimento lento a princípio não pareçam vantajosas em plantios que visam “catalisar” o processo de restauração, quando aliadas à alta sobrevivência e se tratando de nativas, as mesmas devem ser empregadas porque além de proporcionarem maiores chances para contribuir com a auto-regeneração da comunidade – pois apresentam maior probabilidade de ter seus polinizadores e dispersores naturais na área, as mesmas possibilitam que o ecossistema possa ser mais próximo ao anteriormente existente.

Segundo Budowski (1965) as espécies pioneiras são aquelas que atingem a maturidade sob alta intensidade de luz. Normalmente, germinam e se desenvolvem a pleno sol e possuem rápido crescimento. A utilização dessas espécies é essencial para o sucesso do plantio, visto que, pelo seu rápido desenvolvimento, fornecem proteção ao solo e condições microclimáticas necessárias ao estabelecimento das espécies dos estágios sucessionais posteriores (BOTELHO, DAVIDE & FARIA, 1996). Naturalmente nos ambientes tropicais, a sucessão florestal desenvolve um processo gradativo: primeiro instalam-se as espécies pioneiras, que darão condições para o surgimento das espécies secundárias, e essas proporcionarão as condições para as espécies mais tolerantes, as chamadas espécies clímax. Todo esse processo depende de vários fatores dentre eles os mecanismos de dispersão, e muitas vezes se dão de forma concomitante, só mudando o grupo de espécies predominantes a cada fase.

Gráfico 9- Desempenho médio da altura total em cada espécie no período de um ano.



Além da altura foi observado o desenvolvimento do diâmetro a altura do colo (DAC) nas plantas, sendo o resultado obtido pela média entre os indivíduos sobreviventes de cada espécie. Os maiores diâmetros foram encontrados em: *Trema micrantha*, a candiúba (1,3 cm); *Guazuma ulmifolia*, o mutambo (1,2 cm); *Cecropia pachystachia*, a embaúba (1,1 cm); *Schinus terebinthifolia*, a aroeirinha vermelha (1,0 cm) e nas espécies secundárias *Caryocar brasiliense*, o pequi (1,1 cm) e *Brysonima basiloba*, o murici (1,1 cm) (gráfico 10).

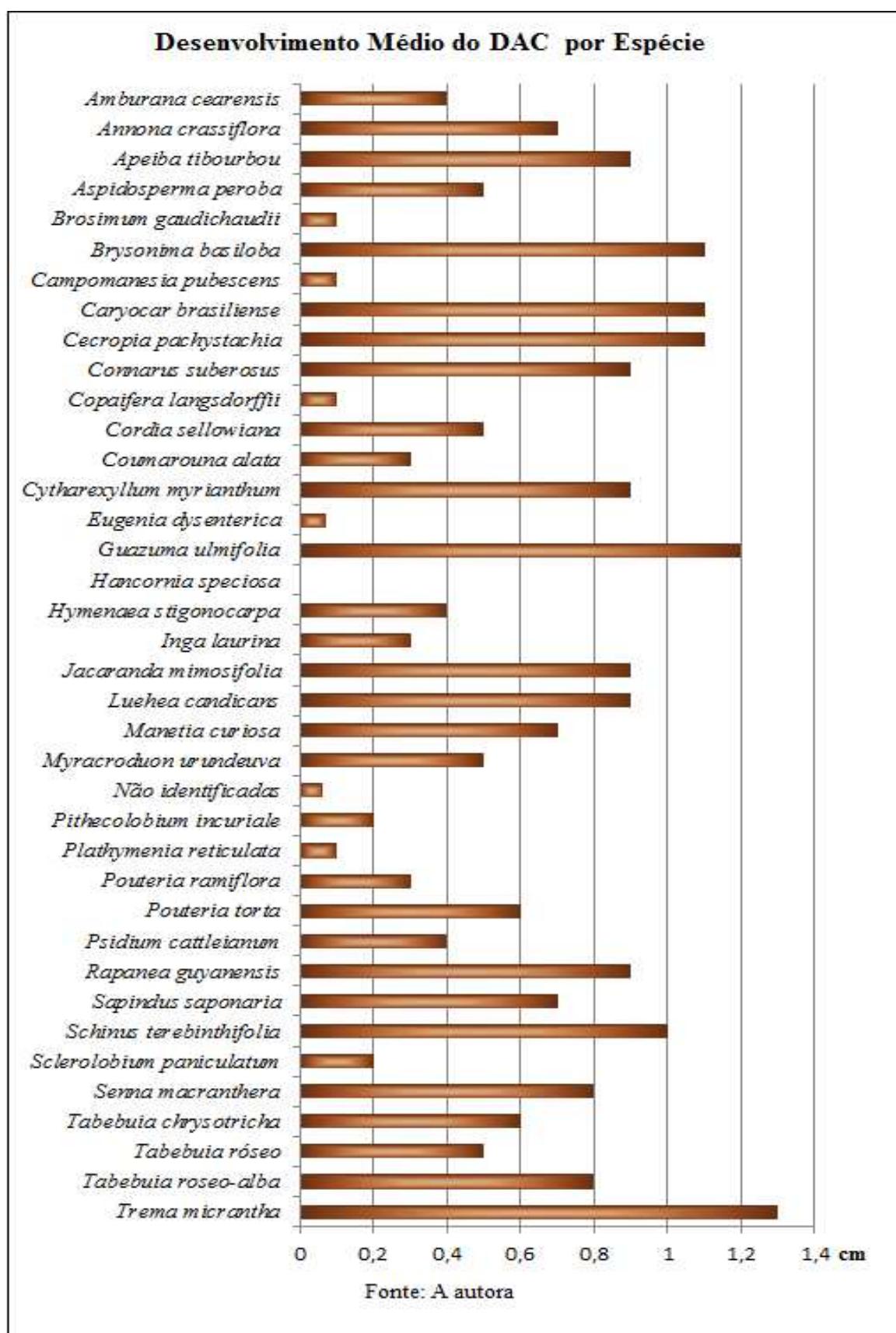
Na opinião de Felfili (2000) espécies que apresentem cinco milímetros de incremento diamétrico ao ano podem ser consideradas como de rápido crescimento. Condição que, de maneira geral, foi obtida pela maioria das espécies plantadas na UDTRA (gráfico 10).

Já os menores crescimentos em diâmetros foram encontrados em: *Eugenia dysenterica*, a cagaita (0,07 cm); *Campomanesia pubescens*, a gabiroba (0,1 cm); *Brosimum gaudichaudii*, a mama cadela (0,1 cm); *Copaifera langsdorffii*, o óleo de copaíba (0,1 cm); *Plathymenia reticulata*, o vinhático (0,1 cm), com destaque para a *Hancomia speciosa*, a mangaba que em média não possuiu nenhum acréscimo em seu diâmetro durante o monitoramento (gráfico 10).

Segundo Kramer & Kozlowski (1972) para superar a escassez hídrica, muitas espécies apresentam diferentes ritmos de crescimento e, de maneira geral, o crescimento em diâmetro é mais lento e mais sensível às condições do meio do que o em altura, principalmente, no que diz respeito à radiação e à precipitação, no caso de Cerrado (BARROS, 1979). Além disso, Durigan e Silveira (1999) ainda afirmam que no primeiro ano do plantio é se esperado um ritmo de crescimento muito lento das espécies.

Além das variações de crescimento de altura total e do DAC foi observado se durante o período de monitoramento as mudas estavam possibilitando a regeneração, bem como potencializando a nucleação, participando de interações interespecíficas e favorecendo o fluxo gênico e demais funções ecológicas.

Gráfico 10- Desempenho médio do diâmetro das espécies no período de um ano.



De maneira geral, as plantas na UDTRA estão se desenvolvendo normalmente, sendo que em alguns casos as espécies chegaram ao estádio importante do processo ecológico de interação animal-planta quando da produção de flores e frutos como: *Psidium cattleianum*, a araçá; *Schinus terebinthifolia*; a aroeirinha vermelha; *Trema micrantha*, a candiúba e *Campomanesia pubescens*, a gabioba. Dessa forma, pode-se dizer que as plantas estão se reproduzindo e possibilitando o recrutamento de descendentes, sendo essas espécies boas formadoras de núcleos, pois proporcionaram alimento para algumas espécies de insetos e os frutos que começaram a ser produzidos poderão atrair animais dispersores de sementes, possibilitando a chegada de outras espécies na área, dando, assim, a continuidade ao processo de regeneração.

Além disso, durante o monitoramento não foram constatados sintomas de patogenia que pudessem atuar em desfavor ao estabelecimento das mudas, houve algumas evidências de ataques por parte de herbívoros, mas que também não produziram tal efeito negativo. Algumas mudas das espécies que sofreram herbivoria foram: *Trema micrantha*, a candiúba; *Senna macranthera*, a candiúba; *Cecropia pachystachia*, a embaúba; *Brysonima basiloba*, o murici; *Apeiba tibourbou*, o pente de macaco; *Rapanea guyanensis*, a pororoca e *Sapindus saponária*, o sabão de bugre.

Em todo caso, o plantio das mudas em grupos de Anderson na área da UDTRA favoreceu a chegada de outras espécies preenchendo o núcleo, além da tendência de abafamento das gramíneas invasoras. Bechara (2006) afirma que os grupos de mudas tendem a eliminar espécies, como a *Brachiaria* sp. em núcleos, e provavelmente funcionam como “*nurse plants*” (CASTRO et al., 2004), pois parecem compor microclimas facilitadores (CONNELL & SLATYER, 1977) para a chegada de outras espécies.

A seguir, sequência de fotos que ilustram o papel das mudas como facilitadoras da regeneração da UDTRA (foto 30).

Foto 30 – O papel das mudas como facilitadores da regeneração da UDTRA.



Fonte: A autora

NOTAS: a) frutos de araçá; b) florescência da aroeirinha vermelha; c) herbivoria na candiúba e d) na umburana e e) destaque do núcleo de Anderson na paisagem.

Outras condições favoráveis dos plantios de Anderson para a restauração foram elencadas em diversos estudos como o aumento direto da diversidade do local degradado, a promoção de modificações no solo que podem facilitar a germinação de algumas espécies nativas (GUARIGUATA; RHEINGANS & MONTAGNINI et al., 1995; POWERS; HAGGAR & FISHER, 1997); além da atração da fauna dispersora de sementes e, consequentemente, o aumento do número de propágulos que chegam na área, uma vez que são proporcionados locais de abrigo, para pouso e em alguns casos, habitat para reprodução de aves e de morcegos frugívoros (PARROTA, 1993; ROBINSON & HANDEL, 1993).

De maneira geral, nas mudas plantadas na UDTRA foram encontradas variações entre suas espécies para os índices de sobrevivência e incremento médio em altura e em diâmetro, sugerindo que há diferencial adaptativo para cada espécie no ambiente no qual foram plantadas, sendo a maior parte das mudas plantadas sobreviventes às condições naturais do ambiente. Além disso, foi verificado que várias espécies durante o período de monitoramento já apresentavam potencial de nucleação. Assim, as espécies de Cerrado avaliadas neste estudo, pioneiras e secundárias, podem ser indicadas como espécies promissoras e também facilitadoras do processo de regeneração para utilização em trabalhos futuros na UDTRA e em áreas semelhantes a ela.

Em relação à adubação das mudas utilizadas na UDTRA, não houve aparentemente necessidade da adição de nutrientes. Ademais, são poucos os trabalhos sobre a resposta das plantas nativas do Cerrado à fertilização. Alguns trabalhos mostram que a taxa de crescimento geralmente é baixa mesmo com o seu uso (ARASAKI & FELIPPE, 1990; GODOY & FELIPPE, 1992; PAULILO; FELIPPE & DALE, 1993 e SASSAKI et al., 1996). As discussões sobre a nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado muitas vezes enfocam os aspectos de baixa fertilidade dos solos da região, sem a devida atenção às adaptações das plantas nativas, reservas de nutrientes na biomassa vegetal e os processos envolvidos na ciclagem de nutrientes de ecossistemas naturais. As diferenças entre plantas nativas do cerrado e de outros ecossistemas, quanto à nutrição mineral e sua influência no funcionamento e estrutura de ecossistemas naturais, são raramente discutidas na literatura (HARIDASAN, 2000).

Já em relação ao coroamento, nota-se que a remoção inicial da vegetação invasora existente da área antes do plantio permitiu o surgimento de espécies ruderais nativas, as quais aparentemente demonstram competir pouco com as mudas pelos recursos disponíveis. Segundo Fonseca et al. (2001), Felfili & Santos (2002), Souza (2002), Rezende (2004),

espécies do Cerrado se desenvolvem melhor quando submetidas ao coroamento. Dessa forma, sugere-se que em próximas intervenções ocorram mais vezes a capina seletiva, a qual privilegia espécies nativas nos núcleos das mudas.

Ademais, é interessante aumentar o número de plantas introduzidas na área de estudo e em áreas semelhantes, de acordo com Bechara (2006) para condições reais de restauração de uma área de um hectare, em condições de degradação e sem boa fonte de propágulos próxima, recomenda-se o uso de 100 grupos de Anderson de cinco mudas, demandando o plantio de 500 mudas/ha.

Uma sugestão para obtenção de mudas para as áreas da Fazenda é o resgate de plântulas naturais sob os talhões de *Eucalyptus* sp., as quais possivelmente durante o corte dos mesmos iriam ser eliminadas. Bechara (2006) expõe que para alta probabilidade de sobrevivência é importante que as mudas sejam repicadas para a área que se deseja recuperar em época chuvosa, isto porque as plantas de Cerrado possuem sistema radicular bem desenvolvido e profundo, o que dificulta a repicagem para sacos plásticos, especialmente aquelas que já são rebrotas, o que é comum no sub-bosque dos talhões.

Outra forma de se conseguir material biológico é a colocação de coletores de sementes permanentes dentro de comunidades vegetais estabilizadas, como sugeriram Reis, Zambonin e Nakazono (1999). Esses coletores, distribuídos em comunidades vizinhas das áreas degradadas, em distintos níveis de sucessão primária e secundária, captam parte da chuva de sementes nesses ambientes, propiciando uma diversidade de formas de vida, de espécies e de variabilidade genética dentro de cada uma das espécies. O material captado nos coletores pode ir para canteiros de semeadura indireta (sementeiras) ou ser semeado diretamente no campo, onde formará pequenos núcleos com folhas e sementes dentro das áreas degradadas.

Recomenda-se que quando da seleção de espécies para a produção de mudas para fins de recuperação de ambientes, esta deve ser alicerçada em critérios ecológicos, tais como: elevada produção anual de frutos e sementes; elevada germinação; rápido crescimento em viveiro; rusticidade e rápido crescimento em campo; capacidade de formar uma cobertura de copa e eliminar em curto espaço de tempo os efeitos da competição com as gramíneas invasoras; favorecimento da formação de sítios diferenciados para o estabelecimento das mais variadas formas de vida, e atração e abrigo de biodiversidade (DAYTON, 1972 apud ELLISON et al., 2005). Recomenda-se ainda espécies ameaçadas de extinção, de forma a garantir a preservação da diversidade biológica local (SÃO PAULO, 2011).

#### **4.4 Poleiros**

Dentre as técnicas de nucleação utilizadas na UDTRA estão os poleiros artificiais, os quais foram definidos por Reis et al. (2003) como sendo estruturas construídas para representarem galhos secos de árvores, no sentido de proporcionar locais para animais pousarem e forragearem suas presas. Nesse sentido, optou-se por instalar os poleiros como forma de potencializar os processos de restauração na área de estudo pela possibilidade de atrair maior número de aves e, com isso, contribuir para a chegada de sementes e elevar a probabilidade de estabelecimento de novas plantas.

Para Garwood (1989) nos ecossistemas tropicais a dispersão de sementes é essencial para a regeneração de áreas degradadas, já que seu banco de sementes do solo sofre uma rápida diminuição em abundância e riqueza de espécies pela curta viabilidade das mesmas, de tal forma, o sucesso da recuperação pode ficar comprometido pela falta de suprimento adequado de propágulos.

Contudo, a rápida degradação do banco de sementes no caso do bioma Cerrado pode ser compensada pela síndrome de dispersão zoocórica de suas espécies vegetais, em que cerca de 52% (GOTTSBERGER & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, 1983; BATALHA & MANTOVANI, 2000) das espécies arbóreas e, 55-60% (MANTOVANI & MARTINS, 1988; VIEIRA et al., 2002) das espécies arbustivo-arbóreas, são dispersas por animais (VAN DER PIJL, 1982), aumentando-se a probabilidade dos processos de dispersão.

Dos animais que contribuem para a chuva de sementes se destacam as aves, que são consideradas como importantes agentes de dispersão de várias espécies (MCCLANAHAN & WOLFE 1987; KRIECK; KINK & ZIMMERMANN, 2006), ao eliminarem sementes pela defecação, regurgitação, ou ainda, ao deixarem cair aquelas que levam aderidas ao corpo (REIS et al., 2003).

De maneira geral, era esporádica a presença da avifauna na área da UDTRA no período anterior à aplicação das técnicas de nucleação, principalmente, antes da instalação dos poleiros. Nesse caso, acredita-se que tal condição podia estar relacionada com a baixa complexidade estrutural da vegetação, árvores jovens e pouco desenvolvidas que muitas vezes não ofereciam frutos e nem abrigo seguro para as aves. Segundo Miriti (1998); Duncan e Chapman (2002) muitos animais relutam em frequentar áreas amplas, justamente por ficarem

mais expostos aos predadores e ainda pela baixa disponibilidade de alimentos nesses ambientes.

Em vista dessas condições, também se baseia a explicação pelas poucas vezes em que se podia observar uma ave superar a distância entre a área da UDTRA e outros remanescentes de vegetação de Cerrado antes do uso dos poleiros. A distância entre a UDTRA e outras áreas destinadas à preservação na Fazenda se encontram destacadas na figura 6.

Figura 6 – Distância em linha reta da UDTRA no centro dos fragmentos mais próximos a ela.



Fonte: Google Earth™ (2011)

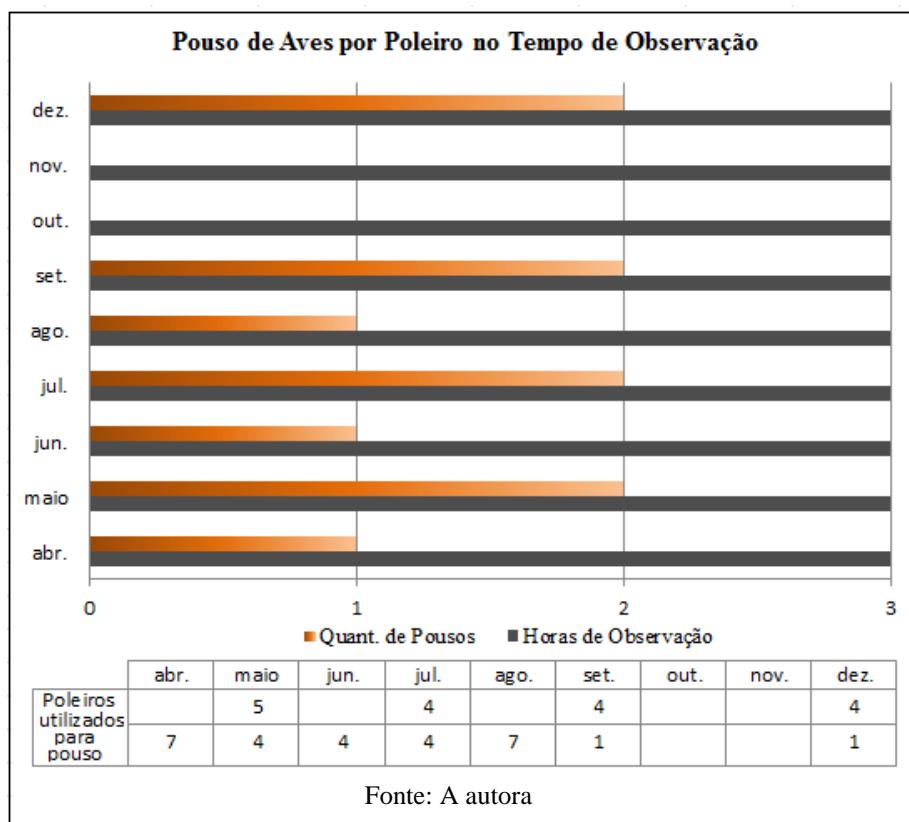
Org.: A autora

Cubiña & Aide (2001), estabeleceram uma relação entre distância de fragmentos e intensidade da chuva de sementes, sendo que quanto maior a distância menor a intensidade de propágulos. Estes autores consideram a principal razão deste fenômeno o fato da maioria das espécies florestais serem dispersas por animais e também devido ao fato destes evitarem lugares abertos, principalmente se estes locais não possuem fontes de alimentos ou refúgios para descanso. Segundo McClanahan (1986) fontes distantes a mais de 400 metros, não contribuem significativamente com a entrada de sementes. Ainda neste sentido, Webb e Peart (2001) constataram que a diversidade de plântulas de um local está fortemente relacionada com a diversidade de dispersores com atividade nesse local.

Com a aplicação das técnicas de nucleação na UDTRA a sua paisagem sofreu modificações pela introdução de novas espécies nativas e o desenvolvimento de outras pré-existentes dos estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo, o que provavelmente contribuiu para tornar a área de estudo mais atrativa para animais e, com isso, local de frequente visitação. Os poleiros por sua vez, tornaram-se locais muitas vezes de preferência de pouso de aves que transitavam pela UDTRA.

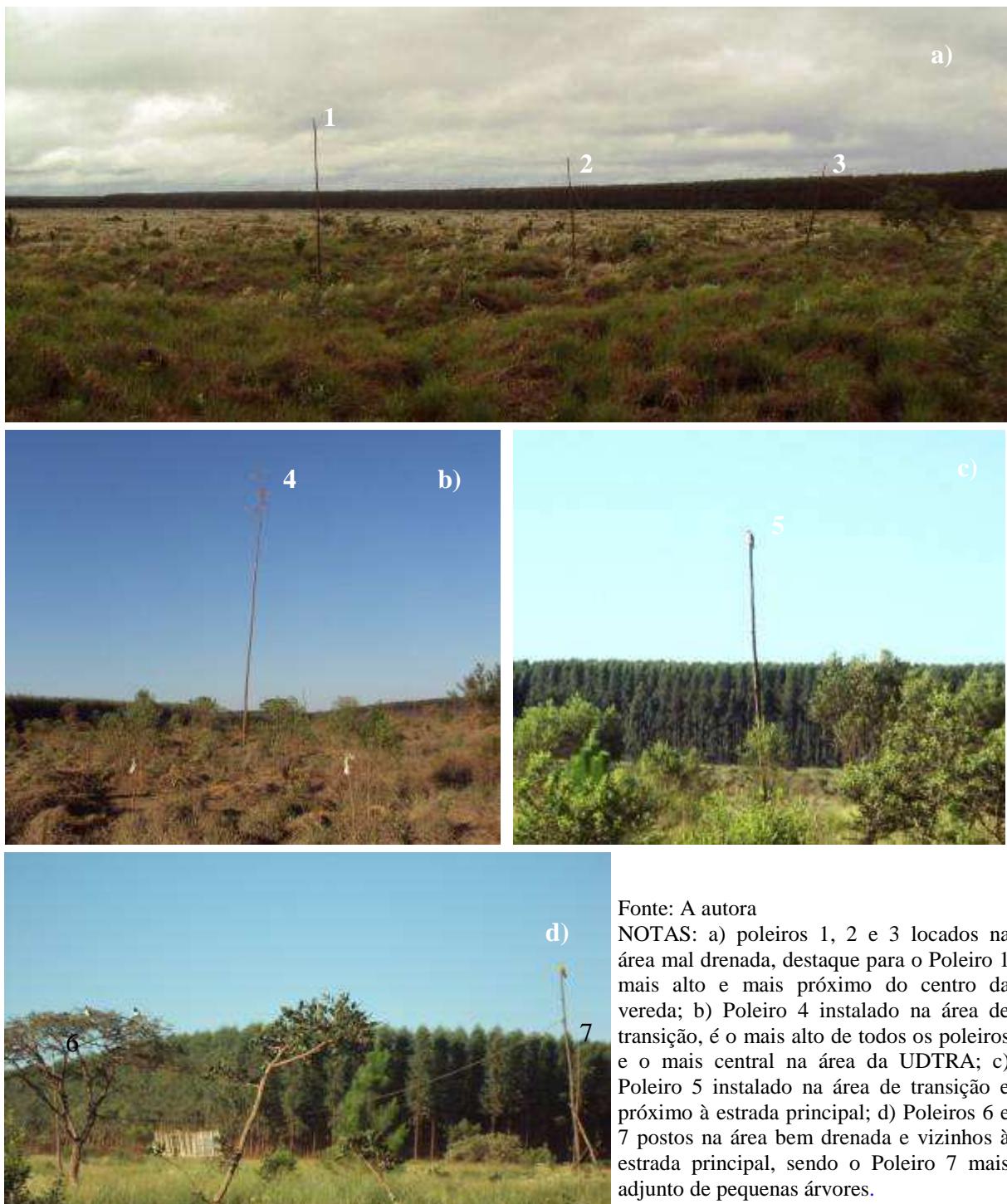
No gráfico 11, a seguir, está a quantidade de poucos durante o período de observação em cada mês (janeiro a dezembro/2011), inclusive, distinguindo o poleiro utilizado pela ave. Nota-se que os poleiros foram usados praticamente em todos os meses, possivelmente, essas estruturas colaboraram para os hábitos comportamentais das aves, talvez ao propiciarem melhores condições para o descanso e forrageamento. Para Bocchese et al. (2008) pontos de pouso em áreas abertas podem fornecer melhor visibilidade do espaço aéreo para aves que apanham insetos em voo e também podem melhorar o campo de visão de possíveis predadores.

Gráfico 11- Uso dos poleiros na UDTRA.



Todavia, dentre os poleiros houve aqueles mais visitados como os mais próximos de arbustos e arvoretas (poleiros 5 e 7), bem como os poleiros de maior altura (poleiros 1 e 4), o que pode vir a caracterizar possíveis microambientes de preferência das aves. A próxima sequência de fotos (foto 31) expõe as paisagens ao redor dos poleiros.

Foto 31 – Visão geral do entorno dos poleiros (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7)



Fonte: A autora

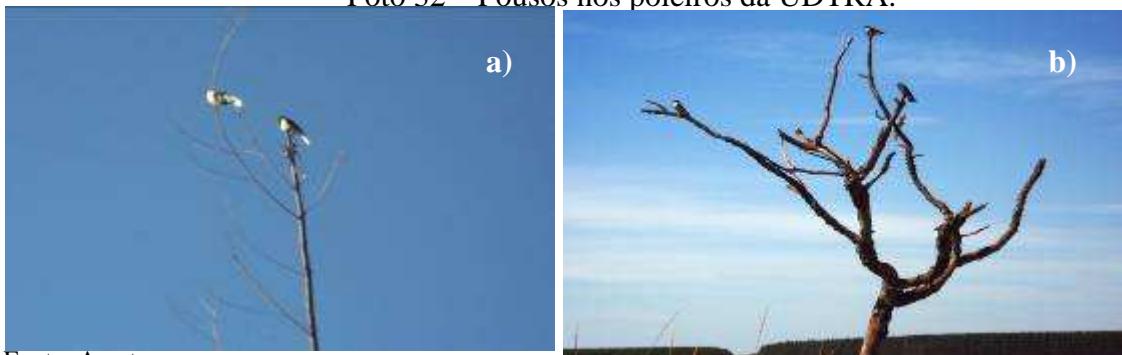
NOTAS: a) poleiros 1, 2 e 3 locados na área mal drenada, destaque para o Poleiro 1 mais alto e mais próximo do centro da vereda; b) Poleiro 4 instalado na área de transição, é o mais alto de todos os poleiros e o mais central na área da UDTRA; c) Poleiro 5 instalado na área de transição e próximo à estrada principal; d) Poleiros 6 e 7 postos na área bem drenada e vizinhos à estrada principal, sendo o Poleiro 7 mais adjunto de pequenas árvores.

As espécies da avifauna detectadas transitando na UDTRA e, muitas vezes, sob os poleiros foram: o *Ramphastos toco* (tucano-toco); o *Caracara plancus* (caracará); a *Cyanocorax cristatellus* (gralha-do-campo); o *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi); e o *Mimus saturninus* (sabiá-do-campo) aves que de maneira geral possuem ampla guilda alimentar, incluindo em sua dieta frutos, invertebrados e pequenos vertebrados. Além desses representantes da avifauna foram avistados o *Eupetomena macroura* (beija-flor-tesoura) e o *Brotogeris chiriri* (periquito-de-encontro-amarelo), estes de alimentação mais restrita, o primeiro basicamente se alimenta de néctar de flores e eventualmente caça pequenos insetos, já o último alimenta-se predominantemente de sementes, frutos, flores e néctar. Diante disso, a maior parte das aves encontradas na UDTRA é considerada como consumidora de frutos, característica que para Reis (2003); Ingle (2003) e Dario (2004) favorece a dispersão de sementes e a dinâmica da vegetação.

De acordo com Bocchese et al. (2008) a utilização das árvores isoladas e poleiros artificiais por diferentes espécies de aves demonstra a importância de ambas as estruturas em áreas de pastagens, pois podem atrair, em conjunto, um maior número de espécies dispersoras de sementes em comparação a uma ou outra estrutura isoladamente; por conseguinte, tem-se uma maior diversidade de aves transitando nessas regiões e provavelmente um maior aporte de sementes.

Na UDTRA, acredita-se que por meio do aumento da complexidade estrutural da vegetação e dos poleiros artificiais houve mais atração de diferentes espécies de aves, permitindo uma diversidade local de dispersores, e consequentemente, contribuindo para o aporte de sementes local. A seguir, série de fotos da presença da avifauna tanto nos poleiros naturais (vegetação nativa) quanto nos artificiais (foto 32) e de evidências do uso dos poleiros (foto 33).

Foto 32 – Pousos nos poleiros da UDTRA.



Fonte: A autora

NOTAS: a) poleiro seco artificial e b) poleiro natural, árvore seca.

Foto 33 – Detalhe nos círculos: vestígios de ocupação pelas aves na área da UDTRA.



Fonte: A autora

Além disso, as espécies de aves avistadas na UDTRA também foram registradas em outros fragmentos da Fazenda, (SILVA, 2008), tal fato pode vir a favorecer a chegada de sementes de espécies diferentes ou mesmo das espécies locais, todavia, há uma maior garantia do fluxo gênico na área em restauração, já que a utilização de poleiros artificiais como estratégia facilitadora da sucessão beneficia o encurtamento das distâncias e torna a composição florística semelhante a das áreas adjacentes (MCCLANAHAN & WOLFE, 1987; MELLO, 1997). Tres, Guingle e Reis (2005) afirmam que os poleiros artificiais instalados em áreas abertas podem funcionar como trampolins ecológicos entre ambientes isolados pela fragmentação, promovendo a conectividade da diversidade de mosaicos da paisagem.

Para Cortines et al. (2005) dentre as inúmeras vantagens da dispersão zoocórica, está o distanciamento das sementes dos arredores da planta-mãe. Além disso, os processos de recuperação que se baseiam nas interações fauna-flora buscam facilitar a recuperação, por meio do papel ecológico dos animais, os quais ao dispersarem sementes de diferentes locais, também aportam matéria orgânica, aumentam a biodiversidade local, propiciam estabilidade aos processos ecológicos e conferem auto-sustentabilidade as atividades de recuperação de áreas degradadas (VALCARCEL, 2000).

McDonnel & Stiles (1983) instalaram poleiros artificiais em campos abandonados e observaram que as regiões abaixo dos poleiros se tornaram núcleos de vegetação diversificada devido à deposição de sementes pelas aves que os utilizavam. McClanahan & Wolfe (1987) observaram que poleiros artificiais atraem aves, que os utilizam para forragear suas presas e para descanso, e trazem consigo sementes de fragmentos próximos. No Brasil, um estudo de Mello (1997), testando o uso de poleiros artificiais em uma área de Cerrado de Minas Gerais, verificou que o número de sementes coletadas sob os poleiros foi maior, e estatisticamente significativo em relação ao número de sementes coletadas sem nenhum ponto de pouso.

No entanto, o aumento da chuva de sementes com o uso dos poleiros não garante a germinação e estabelecimento das espécies no campo, principalmente devido à alta competição com gramíneas agressivas (NEPSTAD; UHL & SERRÃO, 1991) e predação de sementes por insetos e mamíferos (NEPSTAD; UHL & SERRÃO, 1991; MOUTINHO, 1998), baixas condições de umidade, temperaturas extremas e compactação do solo (BUSCHBACHER, 1988 apud MIRITI, 1998). Situações que provavelmente podem ter contribuído para a formação de escassos núcleos de diversidade próximos às bases dos poleiros instalados na UDTRA. Sendo a competição biológica, notavelmente o principal fator limitante, pois praticamente toda a área estudada possui intensa invasão de espécies exóticas de gramíneas.

É possível que aquelas sementes nativas que não se estabeleceram de imediato na base dos poleiros na UDTRA foram incorporadas ao banco de sementes do solo, fator importante para próximos processos de sucessão e recuperação. Para Almeida-Cortez (2004) a incorporação pode variar ao longo do tempo, uma vez que além da germinação, processos abióticos e bióticos podem gerar uma nova dispersão ou a movimentação das sementes para camadas mais profundas do solo, o que acaba formando banco de sementes persistentes.

Em contraposição ao baixo desenvolvimento de espécies na base dos poleiros, houve aparentemente o aumento na frequência, no número e diversidade de aves visitando a UDTRA, permitindo maiores interações entre fauna-flora, o que favorece a dinâmica sussecional. Estudos complementares, em maiores períodos de tempo, são necessários para avaliar com mais precisão o potencial do emprego dos poleiros neste processo e sua influência real no estabelecimento e recrutamento de mudas na área.

Nas próximas intervenções na área estudada e, inclusive, nos outros fragmentos de vegetação de Cerrado na Fazenda seria interessante introduzir além dos poleiros artificiais usados na pesquisa outros poleiros de estruturas e funções diversificadas, de maneira a

favorecer comportamentos de animais distintos e proporcionar pontos estratégicos de descanso e fuga para as aves que se arriscarem atravessar áreas desampadas com longas distâncias. Espíndola et al. (2003) argumentam que ao variar os tipos de poleiros artificiais pode-se atrair uma variação maior de aves e morcegos, consequentemente, receber uma chuva de semente bem mais diversificada e ainda cumprir com maior eficiência o papel de trampolins ecológicos entre os fragmentos.

Reis, Zambonin e Nakazono (1999) citam em seus trabalhos os poleiros vivos, os quais possuem atrativos alimentícios ou de abrigo para os dispersores. Eles imitam árvores vivas de diferentes formas para atrair animais com comportamento distinto e que não utilizam os poleiros secos.

Um poleiro vivo pode ser formado ao se plantar uma espécie lianosa de crescimento rápido na base de um poleiro seco. No decorrer do desenvolvimento e adensamento da planta ela entrelaça o poleiro, que passará a ter aspecto verde e propício para o abrigo de animais. Para aumentar seu poder atrativo, pode ser usada uma espécie lianosa frutífera (REIS; ZAMBONIN & NAKAZONO, 1999).

Espíndola et al. (2003) exemplificam outras formas de reforçar a função de atração dos poleiros como a colocação de plantas epífitas que sobrevivem em substratos mortos, sendo que pequenos pedaços de ramos podem ser preparados em viveiros para suportar tais plantas. E, ainda o uso de cevas no alto dos poleiros com frutos nativos para intensificar a visitação de dispersores. Estas cevas também podem ser dispostas na base dos poleiros para a atração de outros animais além de aves.

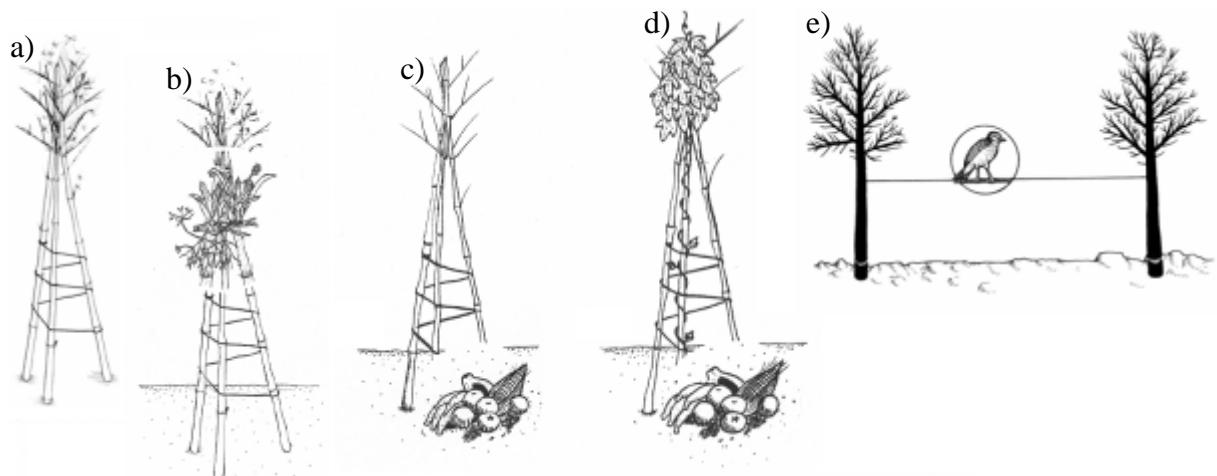
Os poleiros vivos também podem ser dispostos lado a lado, formando torres de cipó, como sugerido por Reis et al. (2003), assim, imitam árvores dominadas por lianas na borda das matas, além de servirem como uma barreira efetiva contra os ventos dominantes e também criarem um microclima favorável ao desenvolvimento de espécies esciófilas. Os autores afirmam que a disposição das torres de cipó podem variar, criando uma diversidade de ambientes na área onde forem instaladas. Nesse sentido, elas podem ser instaladas em formas circulares, de tal forma que cria-se um núcleo protegido tanto para animais como para o desenvolvimento de espécies vegetais e podem ser dispostas em forma de “V” invertido, a fim desviar correntes de ar.

Outras formas de poleiros podem ser criadas observando-se o comportamento dos dispersores na natureza e os ambientes em que eles concentram suas atividades (ESPÍNDOLA et al., 2003). Por exemplo, na UDTRA e em outras áreas de proteção ambiental da Fazenda,

onde existem espécies invasoras como o *Pinnus sp.*, essas podem ser tornar poleiros secos ao serem aneladas e permanecerem em pé. Poleiros criados a partir dessa condição foram utilizados na restauração do parque florestal do Rio Vermelho, Florianópolis (SC), de acordo com a proposta de Bechara (2003). Outras espécies arbóreas invasoras também podem ser utilizadas como poleiros secos, sendo necessário realizar o seu anelamento para que a mesma não continue invadindo áreas. Em casos de espécies que brotam, como o *Eucalyptus sp.*, deve ser realizado um controle manual do rebrote (ESPÍNDOLA et al., 2003).

A seguir, ilustrações das diferentes estruturas de poleiros citadas no texto (figura 7 e 8).

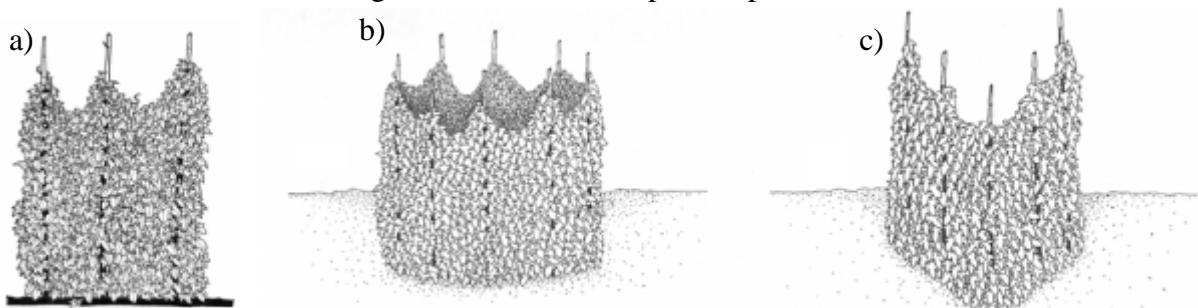
Figura 7 – Exemplos de poleiros.



Fonte: ESPÍNDOLA et al. (2003).

NOTAS: a) poleiro seco formado por galhos de árvores; b) plantas epífitas compondo o poleiro; c) ceva disposta na base do poleiro seco para atração de animais como mamíferos; d) ceva sob poleiro vivo e destaque para a espécie lianosa desenvolvendo em sua estrutura; e) cabos aéreos ligando os poleiros de pinus anelado, aumentam a superfícies de poleiros artificiais, bem como a área de deposição de sementes, devido ao pouso de aves sob o cabo.

Figura 8 – Outros exemplos de poleiros.



Fonte: ESPÍNDOLA et al. (2003).

NOTAS: a) poleiro torre de cipó, barreira efetiva contra ventos além de imitar árvores dominadas por lianas na borda das matas; b) torre de cipó circular; c) torre de cipó em “V”.

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento desta pesquisa baseada no método da nucleação e controle de gramíneas exóticas contribuiu para a melhoria da qualidade ambiental da antiga área de pastagem.

Se no início da pesquisa na UDTRA era observado o estrato *continuum* estabelecido pelas gramíneas invasoras, principalmente, pela *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha*, ao final, os tratamentos de controle das gramíneas exóticas favoreceram a quebra deste estrato.

No caso específico do tratamento biológico houve a maior sobrevivência da gramínea nativa *Andropogon leucostachyus* mesmo com a competição das gramíneas exóticas. Neste tratamento, foram minimizadas as condições de estabelecimento das espécies invasoras, aumentando o número de gramíneas nativas e também a ocupação de novas espécies herbáceas-arbustivas.

No tratamento manual com arraste e sem arraste foi verificada a limitação da capina manual como o gasto prolongado de tempo na capina, a necessidade de um grande número de operários e o corte indevido de espécies nativas, além da ineficiência na remoção das estruturas radiculares das gramíneas invasoras.

No tratamento manual com arraste as gramíneas invasoras superaram em germinação, rebrota e em desenvolvimento as gramíneas nativas, no entanto, foi possível favorecer o aumento da riqueza de espécies nativas do estrato herbáceo-arbustivo. Além disso, nos locais onde foi amontoada a macega, não foram observadas a presença de gramíneas. Outro benefício obtido foi a formação de pequenas clareiras. Essas por sua vez, também foram observadas no tratamento manual sem arraste.

No tratamento químico também houve dificuldade na preservação das espécies nativas, já que a aplicação do herbicida é agressiva e não seletiva. Todavia, ainda houve o aumento da riqueza de espécies nativas.

Dentre os tratamentos de controle, o sombreamento artificial foi o único que não possuiu invasão considerável de gramíneas exóticas, o que dispensou a manutenção referente a capina das mesmas.

Diante desses resultados é notável a interferência das gramíneas exóticas no processo de sucessão na área da UDTRA, sendo possível apontar a relação de quanto maior a

degeneração ou queda relativa na produtividade dessas gramíneas maior a possibilidade de restauração da área. Acredita-se que melhores resultados poderão ser obtidos quando houver a integração desses tratamentos e, possivelmente desses com as técnicas nucleadoras.

No que se refere às técnicas nucleadoras testadas, essas foram muitas vezes utilizadas em áreas mais úmidas e com regime climático menos severo como na Mata Atlântica. Em vista disso, existiam lacunas no âmbito da restauração em ambientes de Cerrado. A partir dessa experiência, foram sinalizadas particularidades da aplicação das técnicas de restauração nesse bioma, que podem vir a cooperar com outros trabalhos em áreas semelhantes à estudada.

Na técnica de transposição do solo foi observado que as parcelas que receberam a camada superficial de solo e serapilheira houve maior número de indivíduos desenvolvidos, bem como maior densidade de cobertura das plantas nas parcelas, principalmente, do estrato herbáceo-arbustivo. Além disso, a transposição possibilitou o aumento do número de indivíduos de espécies locais, além de introduzir novas espécies, contribuindo para a maior riqueza de espécies e variabilidade genética na UDTRA.

De maneira geral, as parcelas de transposição se destacaram na paisagem formando aglomerados de vegetação natural que tendiam a se comportar como pequenos pedaços do ecossistema natural.

Os abrigos para a fauna, por sua vez, contribuíram para formar microambientes mais úmidos e sombreados, bem como protegidos da ação do vento. Ressalta-se que nos abrigos onde houve a maior cobertura de galhos e também de resíduos vegetais foi observada a menor penetração dos raios solares, fazendo com que tais acúmulos servissem como barreira mecânica e abafamento contra a proliferação das gramíneas exóticas.

Em relação ao plantio das mudas, após 12 meses de monitoramento e de 15 meses do plantio 71,4% das plantas apresentavam aspecto de sobrevivência.

Dentre as 37 espécies plantadas e identificadas na UDTRA, nove espécies apresentaram a sobrevivência de todas as suas mudas: *Amburana cearensis*, *Caryocar brasiliense*, *Guazuma ulmifolia*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Jacaranda mimosifolia*, *Luehea candidans*, *Plathymenia reticulata*, *Tabebuia róseo* e *Tabebuia róseo-alba*. Em seguida, houve alta sobrevivência, segundo a relação do total de indivíduos plantados de cada espécie com o total de seus respectivos indivíduos com aspecto verde e com folhas, de: *Cordia sellowiana* (95,2%), *Myracrodruon urundeuva* (92,3%) e *Apeiba tibourbou* (90%). No outro extremo, as espécies que menos sobreviveram foram: *Cytharexylum myrianthum* (40%),

*Copaifera langsdorffii* (33,3%) e *Hancornia speciosa* (25%). No caso das mudas não identificadas, que foram coletadas em outras áreas da Fazenda, estas também apresentaram baixa sobrevivência (42,8%).

Em relação ao desenvolvimento das espécies notou-se que, após o período de aclimatação das mudas na área até a última coleta de dados (12 meses), a média da altura entre os indivíduos sobrevidentes de cada espécie geralmente foi maior para o grupo das pioneiras, principalmente para: *Cyatharexylum myrianthum* (45 cm), *Trema micrantha* (38,5 cm), *Senna macranthera* (37,3 cm) e *Cecropia pachystachia* (37,2 cm). Diferentemente, da *Manetia curiosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Caryocar brasiliense* e *Brosimum gaudichaudii* espécies que em média não tiveram acréscimos na altura durante o monitoramento.

Os maiores diâmetros foram encontrados em: *Trema micrantha* (1,3 cm), *Guazuma ulmifolia* (1,2 cm), *Cecropia pachystachia* (1,1 cm), *Schinus terebinthifolia* (1,0 cm) e nas espécies secundárias *Caryocar brasiliense* (1,1 cm) e *Brysonima basiloba* (1,1 cm). Já os menores crescimentos em diâmetros foram encontrados em: *Eugenia dysenterica* (0,07 cm), *Campomanesia pubescens* (0,1 cm), *Brosimum gaudichaudii* (0,1 cm), *Copaifera langsdorffii* (0,1 cm), *Plathymenia reticulata* (0,1 cm), com destaque para a *Hancornia speciosa*, que em média não possuiu nenhum acréscimo em seu diâmetro durante o monitoramento.

De maneira geral, as plantas na UDTRA se desenvolveram normalmente, sendo que em alguns casos as espécies chegaram ao estádio importante do processo ecológico de interação animal-planta quando da produção de flores e frutos como: *Psidium cattleianum*, *Schinus terebinthifolia*, *Trema micrantha* e *Campomanesia pubescens*. Dessa forma, pode-se dizer que as plantas estão se reproduzindo e possibilitando o recrutamento de descendentes, sendo essas espécies boas formadoras de núcleos.

Em todo caso, o plantio das mudas em grupos de Anderson na área da UDTRA favoreceu a chegada de outras espécies preenchendo o núcleo, além da tendência de abafamento das gramíneas invasoras.

Em relação à adubação das mudas utilizadas na UDTRA, não houve aparentemente necessidade da adição de nutrientes. Já em relação ao coroamento, nota-se que a remoção inicial da vegetação invasora existente da área antes do plantio permitiu o surgimento de espécies ruderais nativas, as quais aparentemente demonstram competir pouco com as mudas pelos recursos disponíveis.

Os poleiros por sua vez, tornaram-se locais muitas vezes de preferência de pouso de aves que transitavam pela UDTRA. Os poleiros foram usados praticamente em todos os

meses, possivelmente, essas estruturas colaboraram para os hábitos comportamentais das aves, talvez ao propiciarem melhores condições para o descanso e forrageamento. Todavia, dentre os poleiros houve aqueles mais visitados como os mais próximos de arbustos e arvoretas, bem como os poleiros de maior altura, o que pode vir a caracterizar possíveis microambientes de preferência das aves.

De maneira geral, as técnicas de nucleação cumpriram com o objetivo de promoção das comunidades naturais na UDTRA, de tal forma que contribuíram para aumentar a riqueza e a abundância de espécies nativas de ambientes de Cerrado, bem como, as condições de sucessão ecológica e de atração da fauna local.

O microclima, o solo e os padrões bióticos das plantas encontradas na área de estudo inicialmente, eram considerados como o desafio para o gatilho no processo sucessional, mas no decorrer da pesquisa se percebeu que a maior dificuldade estava ligada à degradação da matéria orgânica no solo relacionada à mudança da vegetação original de Cerrado para pastagem e na invasão das gramíneas exóticas, as quais impedem o desenvolvimento do banco de sementes na área.

Neste trabalho foi utilizado o mínimo de insumos e se conseguiu formar núcleos de diversidade, que se destacavam na paisagem formando aglomerados de vegetação natural. Acredita-se que com maiores investimentos em horas de trabalho e quantitativo pessoal melhores resultados poderão ser alcançados em menor tempo como, por exemplo, a formação de corredores entre os fragmentos vegetacionais e os reflorestamentos. Dessa forma, outras técnicas de nucleação e controle de gramíneas poderão ser testadas.

Em todo caso, a aplicação das técnicas de nucleação e controle de gramíneas exóticas na UDTRA facilitaram uma variedade de fluxos naturais sobre a área degradada, mantendo processos importantes de interação, foram alternativa natural e de baixo custo para o gatilho do processo de sucessão na antiga pastagem.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, S.E. Chemical Analysis of Ecological Materials. **Blackwell Scientific Publications**, Oxford, 1974.
- ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Dispersão e banco de sementes. In: A. G. FERREIRA E F. BORGHETTI. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p.225-235.
- ALVIM, P. T. Tree growth and periodicity in the tropical climates. In: ZIMMERMANN, H. **The formation of wood forest Tress**. New York: Academic Press, 1964, p. 479-495.
- ANDERSON, M. L Spaced-group planting. **Unasylva**, Roma. v. 7, n.2., 1953. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/x5367s/x5367s04.htm#plantación%20en%20grupos%20espaciados>>. Acesso em: out. 2009.
- ANDRADE, R. V. Épocas de colheita, produção e qualidade de sementes de capim-gordura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, n.5, p.9-22, 1983.
- ARASAKI, F. R.; FELIPPE, G.M. Crescimento inicial de *Kielmeyera coriacea*. **Ciência e Cultura**, v.42, p.715-750, 1990.
- ARAÚJO, F. C. et al. Estratégias de nucleação voltadas para a recuperação de ambientes degradados. In: SEMANA DE ESTUDOS DA ENGENHARIA AMBIENTAL, 6., 2008, Irati. **Anais eletrônicos...** Irati, 2008. Disponível em: <[www.unicentro.br/.../ESTRATÉGIAS%20DE%20NUCLEAÇÃO.pdf](http://www.unicentro.br/.../ESTRATÉGIAS%20DE%20NUCLEAÇÃO.pdf)>. Acesso: mar.2011.
- ASNER, G. P. & BEATTY, S. W. Effects of an African grass invasion on Hawaiian shrubland nitrogen biogeochemistry. **Plant & Soil**, v.186, p.205-211, 1996.
- ATTANASIO, C.M. et al. **Adequação ambiental de propriedades rurais:** recuperação de áreas degradadas e restauração de matas ciliares. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2006.
- BARBOSA, J. M. et al. Estudo da Recuperação Vegetal de Duas Áreas de Restinga Degradadas pela Exploração Mineral. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53., 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2002. 1CD-ROM.

BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R & LEITÃO-FILHO, H. F. (Orgs). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP/ FAPESP, 2001. p. 289-312.

BARROS, M.A.G. **Variação de diâmetro em árvores do cerrado relacionada à fenologia e aos fatores ambientais.** 1979. Tese de mestrado - Universidade de Brasília, Brasília.

BARUCH, Z.; LUDLOW, M.M. & DAVIS, R. 1985. Photosynthetic responses of native and introduced C<sub>4</sub> grasses from Venezuelan savannas. **Oecologia**, v.67, p.288-393, 1985.

BASKIN, J.M. & BASKIN, C.C. The role of light and alternating temperatures on germination of *Polygonum aviculare* seeds exhumed on various dates. **Weed Research**, London. v.30, p.397- 402, 1990.

BATALHA, M.A & MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparison between the herbaceous and wood floras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, p.129-145, 2000.

BECHARA, F.C. et al. Nucleação de diversidade ou cultivo de árvores nativas? Qual paradigma de restauração? In: SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005. Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2005. p. 355-363.

BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restigas contaminadas por pinus no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.** 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, UFSC, 2003.

BECHARA, F. C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras:** Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga, 2006. 249 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2006.

BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2ed. New York: Plenum Press. 1986. 367p.

BICALHO, I. M. **Fluxo de dióxido de carbono e potencial de mineralização de serapilheiras em solos sob vegetação clímax de Cerrado.** 2010. 59f. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal de Uberlândia, UFU, 2010.

BITTENCOURT, M.D.; MESQUITA JR., H.N. Análise Ambiental Espacializada da gleba Pé-do- Gigante. In: Pivello, V.R.; Varanda, E.M. (Org). **O Cerrado Pé-de-Gigante - Parque Estadual do Vassununga:** Ecologia e Conservação. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente. 2005.

BOCCHESE, R.A. et al. Chuva de sementes e estabelecimento de plântulas a partir da utilização de árvores isoladas e poleiros artificiais por aves dispersoras de sementes, em área de Cerrado, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.16, n.3, p.207-213, 2008.

BORGES, T. M. N. **Avaliação do potencial de utilização de cinco espécies de Cerrado na recomposição florestal de áreas invadidas por *Brachiaria decumbens*.** 2006. 36f. Monografia (Engenharia Florestal) – Faculdades Integradas de Mineiros, 2006.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE A.C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na Região Sul de Minas Gerais. **Rev. Cerne**, v.2, p. 4-13, 1996.

BOTOSSO, P.C; TOMAZELLO FILHO, M. Aplicação das faixas dendrométricas na dendrocronologia: avaliação da taxa e do ritmo de crescimento do tronco de árvores tropicais e subtropicais. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50., 1999. Blumenau. **Anais...** Blumenau, 1999. 1 CD-ROM.

BOUWMEESTER, H.J. & KARSEN, C.M. Environmental factors influencing the expression of dormancy patterns in weed seeds. **Annals of Botany**, New York. v.63, p.113-120, 1989.

BRAGA, A. J. T., et al. Enriquecimento do sistema solo-serapilheira com espécies arbóreas aptas para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 31, n.6, 2007.

BRAGA, A. J. T. et al. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidua secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1089-1098, 2008.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Brasília, ago. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: nov. 2009

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, jul. 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm)>. Acesso: nov. 2009.

BROSSARD, M.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, D. Des indicateurs d'évolution du milieu et des sols pour render durable l'usage des savanes d'Amérique du Sud. **Natures Sciences Sociétés**, v. 13, p. 266-278, 2005.

BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of succession processes. **Turrialba**, v. 15, p. 40-42, 1965.

CARMONA, R., MARTINS, C. R. & FÁVERO, A. P. Fatores que afetam a germinação de sementes de gramíneas nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n 1, p.16-22, 1998.

CASTRO, J.; et al. Benefits of using shrubs as nurse plants for reforestation in Mediterranean mountains: a 4-year study. **Restoration Ecology**, Malden, v. 12, p. 352-358, 2004.

CERRADO. **Conservação Internacional – Brasil**. Disponível em: <<http://www.conservaction.org.br/onde/cerrado/index.php>>. Acesso em: out. 2009

CERRI, C.; et al. Application du traçage isotopique naturel en  $^{13}\text{C}$ , à l'étude de la dynamique de la matière organique dans les sols. **C.R. Acad. Sci. Paris**, v. 11, n. 9, p. 423-428, 1985.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Interactions between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. In: ESTRADA, A. e FLEMING, T. H. (ed.) **Frugivores and seed dispersal**. The Hague, Netherlands, p. 119-135, 1986.

CHRISTOFFOLETI, P.J & CAETANO, R.S.X. Soil seed banks. **Scientia Agrícola**, v. 55, p.74-78, 1998.

CITADINI-ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do rio Novo, Orleans, SC**. 1995. 249f. Tese(Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

CONNELL, J.H. & SLATYER, R.O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **The American Naturalist**, v.111, n.982, p.1119-1144, 1977.

CORRÊA, R. S. & CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. In: CORRÊA, R. S. & MELO-FILHO, B. de. (orgs.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado**. Brasília: Paralelo 15, p.101-116. 1998.

CORTINES, E. et al. Uso de poleiros artificiais para complementar medidas conservacionistas do projeto de reabilitação de áreas de empréstimo na Amazônia, Tucuruí-PA. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE ÁREAS DEGRADADAS, II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2005. **Anais...**, UFPr , 2005

COSTA, M. G. C, da; SCHLITTLER, F. H. M.; NEVES, C. L. Transposição de galharia como técnica de restauração de áreas degradadas: uma avaliação da eficiência do método na atração de fauna. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO, 2011, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SESC Centro de Turismo de Guarapari, 2011. 1 CD-ROM.

COUTINHO, L. M. Aspectos ecológicos da saúva no cerrado - os murundus de terra, as características psamofíticas das espécies de sua vegetação e a sua invasão pelo capim-gordura. **Revista Brasileira de Botânica**, v.42, p.147-153, 1982.

COUTINHO, L.M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A.L. (Org.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: UNESP, 2002, p.77-91.

COUTINHO, L. M. & HASHIMOTO, F. Sobre o efeito inibitório da germinação de sementes produzido por folhas de *Calea cuneifolia* DC. **Ciência e Cultura**, v.23, p.759-764, 1971.

CROMBERG, V.U & BOVI, M.L. A possibilidade do uso do palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.) na recuperação de áreas degradadas de mineração. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS: CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2., 1992. São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1992. 1 CD-ROM.

CUBINA, A. & AIDE, T. M. The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture. **Biotropica**, v.33, n.2, p. 260-267.

DALLING, J. W. Ecología de semillas. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. (Eds.) **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, 2002. p.345-375.

D'ANTONIO, C.M. & VITOUSEK, P.M. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.23, p.63-87, 1992.

DARIO, F.R. A importância da fauna na dinâmica da floresta. 2004. Disponível em: <<http://www.port.pravda.ru/brasil>>. Acesso em: maio 2011.

DIAS, B.F.S. A conservação da natureza. In: PINTO, M,N (Org.) **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2. ed. Brasília: UNB, 1994, p. 607-663.

DORAN, J. W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS, 1997. 1 CD-ROM.

DUNCAN, R. S. E C. A. CHAPMAN. Limitations of animal seed dispersal for enhancing forest succession on degraded lands. In: D. J. LEVEY. **Seed dispersal and frugivory**. New York: CABI Publishing, 2002. p. 437-450.

ENGEL, V. L. & PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Org.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 01-26.

DURATEX S/A. **Fazenda Nova Monte Carmelo**. Uberlândia, 2011

DURIGAN, G. et al. Indução ao processo de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. **Acta Botânica Brasília**, São Paulo, v.3, n. 12, p. 421-429, 1998.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E.R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**. n. 56, p.135-144, 1999.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**. v.38, n.2, p.201-341, abr.- jun. 1972. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/4353829>>. Acesso em: out. 2009.

ELLISON, A. M.; et al. Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems. **Front. Ecol. Environ.** v.3, n.9, p.479–486, 2005.

**EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . Programas nacionais de pesquisa para a região dos Cerrados.** Brasília: Departamento Técnico Científico –DTC, 1981.

**EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo.** Brasília: Embrapa- SPI; Embrapa-CNPS, 1997. 212p.

ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Restauração de Ecossistemas Florestais. **Agroecologia Hoje**, p. 22-23, 2000.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. An evaluation of direct seeding for restoration of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.152, n.1/3, p. 169-181, 2001.

ENGEL, V. L. & PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Org.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 01-26.

ESCOBAR, H. Ameaça se volta para o norte. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 27 set. 2009. Especial, p.H2.

ESPÍNDOLA, M. B. de; et al. Recuperação de áreas degradadas: a função das técnicas de nucleação. **Laboratório de Restauração Ambiental Sistêmica**. UFSC, 2006. Disponível em: <[http://www.lras.ufsc.br/index.php?option=com\\_content&task=blog\\_section&id=8&Itemid=30](http://www.lras.ufsc.br/index.php?option=com_content&task=blog_section&id=8&Itemid=30)>. Acesso out. 2009.

ESPINDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; REIS, A. & HMELJEVSKI,K.V. (2003). **Poleiros artificiais:** formas e funções. Disponível em: <<http://www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/Trabalhos/012.pdf>>. Acesso em: jun. 2011.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v.64, n.1, p.293-308, 1976.

FELIPPE, G.M.; SILVA, J.C.S. Estudos de germinação em espécies do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, Rio de Janeiro, v.7, n.2, p.157-163, 1984.

FELFILI, J.M. Crescimento, recrutamento e mortalidade nas matas de galeria do planalto central. In: CAVALCANTI, T.B.: WALTER, B.M.T (Orgs). **Tópicos Atuais em Botânica**. Embrapa, 2000. p. 779-811.

FELFILI, J.M. et al. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. In: J.F. RIBEIRO; C.E.L. FONSECA & J.C. SOUSA-SILVA. **Cerrado:** caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 779-811.

FELFILI, J.M.; SANTOS, A.A.B. **Direito ambiental e subsídios para a revegetação de áreas degradadas no Distrito Federal.** Brasília: Universidade de Brasília, v.4, 2002. 138p.

FERNANDES, A. F.; CERRI, C. C.; FERNANDES, A. H. B. M.  $^{13}C$  e a dinâmica do carbono orgânico do solo em pastagem cultivada no Pantanal Sul-mato-grossense. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento:** EMBRAPA, 2007.

FLEMING, T. H. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: ESTRADA, A. & FLEMING, T. H. (ed.) **Frugivores and seed dispersal.** The Hague, Netherlands, p. 105-118, 1986.

FONSECA, C. E.L. da et al. Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In: RIBEIRO, J.F.; FONSECA, C.E.L. da; SOUZA-SILVA, J.C. (Eds). **Cerrado:** caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001, p. 815-870.

FRANCO, A.C.,et al. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees**, v.19, p.326-335, 2005.

FREITAS, G.K. **Invasão biológica pelo capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) em um fragmento de cerrado (A.R.I.E Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP).** 1999. 152f. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

FREITAS, G. K. ; PIVELLO, V. R. A Ameaça das Gramíneas Exóticas à Biodiversidade. In: V.R. PIVELLO; E.M. VARANDA. (Org.). **O Cerrado Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga, São Paulo): Ecologia e Conservação.** 1 ed. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2005, p. 283-296

GANDOLFI, S. & RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: CARGILL. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas.** Fundação Cargill. p.109-143, 2007.

GARCIA, M.A. **Resposta de duas espécies acumuladoras de alumínio e fertilização com fósforo, cálcio e magnésio.** 1990. 72f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, UNB, Brasília

GARWOOD, N. C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M.A., PARKER, V. T. & SIMPSON, R. A. (eds.). **Ecology of soil seed banks**. San Diego: Academic Press, 1989, p. 149-209.

GODOY, S.M.A.; FELIPPE, G.M. Crescimento inicial de *Qualea cordata*, uma espécie dos cerrados. **Revista Brasileira de Botânica**, v.15, p.23-30, 1992.

GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados:** tecnologias e estratégias de manejo. Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1985. p. 33-74.

GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Itatiaia, SP, 1979.

GOOGLE EARTH™. Disponível em: <<http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html>>. Acesso em: out. 2011.

GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Dispersal and distribution in the cerrado vegetation of Brazil. Sonderbande des Naturwissenschaftlichen Vereis in Hamburg. v.7, p.315-355, 1983.

GUARIGUATA, M.; RHEINGANS, R.; MONTAGNINI, F. Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. **Restoration Ecology**, Malden, v. 3, n. 4, p.252-260, 1995.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral das plantas nativas do cerrado – grupos funcionais. In: CAVALCANTI, T.B.; WALTER, B.M.T. (Orgs). **Tópicos Atuais em Botânica**: EMBRAPA, 2000. p.159-164

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892p.

HAY, J.D.; MOREIRA, A.G. Impactos de processos ecológicos. In: FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados:** manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Brasília: 1992. p.42-45.

HOFFMANN, W. A. et al. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology**, v.19, p.932-940, 2005.

HUGHES, F. & VITOUSEK, P. M. Barriers to shrub establishment following fire in the seasonal submontane zone of Hawaii. **Ecologia**, v.93, p.557-563, 1993.

HUGHES, F.; VITOUSEK, P. M.; TUNISON, T. Alien grass invasion and fire in the seasonal submontane zone of Hawaii. **Ecology**, v.72, p.743-746, 1991.

INGLE, N.R. Seed dispersal by wind, birds, and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. **Oecologia**, v.134, p.251-261, 2003.

JACKSON, P.C.,et al. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado. **Tree Physiol**, v.19, n.11, p.717-724, 1999.

JAKOVAC, A. C. C. **O uso do banco de sementes contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas**. 2007. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

JEPSON, W.A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**, v.171, p.99-111, 2005.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (Eds). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2000, p. 249-270.

KAGEYAMA, P. Y., GANDARA, F. B. & OLIVEIRA, R.E. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P. Y., OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Orgs.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 27-48.

KIEL, E.J. **Manual de edafologia:** relação solo-planta. São Paulo: CERES, 1979. 262 p.

KLINK, C.A. Effects of clipping on size and tillering of native and african grasses of the brazilian savannas (the cerrado). **Oikos**, v.70, p.365-376, 1994.

KLINK, C. A. Germination and seedling establishment of two native and one invading African grass especies in the Brazilian Cerrado. **Journal of Tropical Ecology**, v.12, p.139-147, 1996.

KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972.

KRIECK, C. A.; FINK, D.; ASSUNÇÃO, L. G.; ZIMMERMANN, C. E. Chuva de sementes sob *Ficus cestrifolia* (Moraceae) em áreas com vegetação secundária no Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v.19, n. 3, p.27-34, 2006.

LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS E CALCÁRIOS (ICIAG). Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

LABORATÓRIO DE ECOLOGIA ISOTÓPICA. Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Universidade de São Paulo, 2011.

LABORATÓRIO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS E GEOPROCESSAMENTO (LAPIG). Disponível em: <<http://www.lapig.iesa.ufg.br>>. Acesso em: out. 2009.

LAZARINI, C.E. ET AL. Recuperação da vegetação de Matas de Galeria: estudos de caso no Distrito Federal e Entorno. In: RIBEIRO, J.F.; LAZARINI, C.E.; SOUSA-SILVA, J.C. **Cerrado**: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA - CPAC, 2001. p. 815-870.

LENZA, E. & KLINK, C.A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Rev. Bras. Bot.**, v.29, n.4, p627-638, 2006.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**. 2.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum. 1991.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed., v.1. Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed., v.2. Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1. ed., v.3. Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2009a.

MANTOVANI, J. & PEREIRA, A. Estimativa da integridade da cobertura vegetal do Cerrado/Pantanal através de dados TM/Landsat. **Conservation International**, Brasília, 1998.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F.R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p.101-112, 1988.

MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna.** 2007. 154f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, UFG, Goiânia.

MARIOT, A. et al. **A utilização de técnicas nucleadoras na restauração ecológica do canteiro de obras da UHE Serra do Facão, Brasil.** Disponível em: <<http://www.cadp.org.ar/docs/congresos/2008/76.pdf>> Acesso em: ago. 2010.

MARTINS, C.R. **Revegetação com gramíneas nativas de uma área degradada no Parque Nacional de Brasília, DF, Brasil.** 1996, 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

MARTINS, C. R., LEITE L. L.L. & HARIDASAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.739-747, 2004.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** 2. Ed. Viçosa, 2007.

MARTINS, S. V. et al. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1081-1088, 2008.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas:** ações em Áreas de Preservação Permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2009. 270p

MARTOS, H L. **Efeitos da adição de matéria orgânica sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas de um metarenito alterado do grupo são roque, em função da recuperação de área degradada por mineração.** 1996. 89f. Dissertação (mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade estadual de São Paulo, Rio Claro.

McDONNELL, M. J.; STILES, E. W. The structural complexity of the old field vegetation and the recruitment of bird-dispersed plant species. **Oecologia**, n. 56, p. 109-116, 1983.

McCLANAHAN, T. R. The effect of a seed source on primary succession in a forest ecosystem. **Vegetatio**, v.65, p.175-178, 1986.

McCLANAHAN, T. R.; WOLFE, R. W. Dispersal of ornithochorous seeds from forest edges in central Florida. **Vegetatio**, n. 71, p. 107-112, 1987.

**MELO, J.T. Respostas de espécies arbóreas do cerrado a nutrientes em latossolo vermelho escuro.** 1999. 104f. Tese (Doutorado em ecologia) – Universidade de Brasília, UNB, Brasília.

MELLO, V. A. Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais. 1997. 39 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa.

**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.** 2006. 97f. Dissertação de Mestrado Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal.

MILLER, G. A method of establishing native vegetation on disturbed sites, consistent with the theory of nucleation. In: **Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Annual Meeting, Canadian Land Reclamation Association.** Sudbury: Laurentian University, 1978. p. 322-327

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº130, de 14 de janeiro de 2009. Altera os artigos 1º e 5º e a Listagem G - Atividades Agrossilvipastoris do Anexo Único da Deliberação Normativa Copam nº 74, de 9 de setembro de 2004, e dá outras providências. **Diário oficial do Executo – Minas Gerais**, Belo Horizonte, BH, 16 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9051>>. Acesso em: jun. 2010

MIRANDA NETO, A. Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n.6, p.1035-1043, 2010.

MIRITI, M.N. Regeneração florestal em pastagens abandonadas na Amazônia central: competição, predação e dispersão de sementes. In: (Ed.) GASCON,C.& MOUTINHO,P. **Floresta Amazônica:** dinâmica, regeneração e manejo. Manaus: 1998. p.179-190.

**MORAES, C.D.A. Resposta de algumas espécies arbóreas nativas do cerrado à adubação e calagem.** 1994. 66f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, UNB, Brasília.

MOROSINI, I.B.A.; KLINK, C.A. Interferência do capim-gordura (*Melinis minutiflora* eauv.) no desenvolvimento de plântulas de embaúba (*Cecropia pachystachya*). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1997, Brasília. **Trabalhos selecionados.** Brasília: Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

MORRETES, B.L. Potencialidades e restrições da regeneração natural da recuperação de áreas degradadas. In: SIMPOSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1992, Curitiba, *Anais...* Curitiba: FUPEF, 1992. p. 8-16.

MOUTINHO,P.R.S. Impactos da formação de pastagem sobre fauna de formigas: consequência para a recuperação florestal na Amazônia oriental. In: (Ed.) GASCON,C.& MOUTINHO,P. **Floresta Amazônica:** dinâmica, regeneração e manejo. Manaus, 1998. p.155-170.

MUNSELL, L. **Munsell soil color charts.** New York: U.S. Department Agriculture, Hand. 18. NewYork, 1975

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature.** v. 403, p.853-858, fev.2000. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v403/n6772/abs/403853a0.html>>. Acesso: set. 2009

NAVE, A. G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP.** 2005. Tese de doutorado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba.

NEPSTAD,D.; UHL,C. & SERRÃO,E.A. Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration. **Ambio,** v.20, p. 248-255, 1991.

NEUFELDT, H. et al. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado oxisols, Central Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v.107, n.3/4, p.151-164, 2002.

NUNES, S. G. **Controle de Plantas Invasoras em Pastagens Cultivadas nos Cerrados.** Embrapa: Campo Grande, 2001. 35p.

ODUM, E. P.. **Ecologia.** Rio de Janeiro, Guanabara. 1988. 434p.

OIKOS – Projeto Oikos: Inventário florístico e estrutural exploratório da cobertura vegetal das áreas de Reserva Legal do horto florestal Monte Carmelo.Uberlândia: Paisagem Ambiental, 2004. 160p.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de Cerrado. In: SANO, S.M; ALMEIDA, S.P (eds.). **Cerrado:** ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC. p.169-188. 2008.

OLIVEIRA, R.S., et al. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. **Funct. Ecol.**, v.19, n.4, p.574-581, 2005.

PARROTA, J. A. Secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantation as “foster ecosystems”. In: LIETH, H & LOHMANN, M. (Eds.). **Restoration of tropical forest ecosystems**. Haque: Kluwer Academic. 1993.

PARSONS, J. J. Spread of African pasture grasses to the American Tropics. **Journal of Rangeland Management**, v.25, p.12-17, 1972.

PAULILO, M.T.S.; FELIPPE, G.M.; DALE, J.E. Crescimento inicial de *Qualea grandiflora*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.16, p.37-46, 1993.

PEREIRA, J. R.; CAMPOS, A. T. de. **Instrução Técnica para produtores de leite**. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2006. 2p.

PINA-RODRIGUES, F.M.C.; LOPES, L.; BLOOMFIELD, V.K. 1997. Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas de Mata Atlântica em sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas em encostas no entrono do Parque Estadual do Desengano (RJ). In: SIPÓSIO NACIONAL DE ÁREAS DEGRADADAS, 3, Ouro Preto, **Anais...** Viçosa: SOBRADE, UFV/DPS/DEF, 1997. p. 283-291.

PINHEIRO, L. B. A.; PONS, N. A. D.. Revegetação e estabilidade de Taludes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. v. 29, n. 244, p. 66-74, 2008

PINTO JÚNIOR, R. A. Potencial da chuva de sementes, da regeneração natural e da transposição do solo na recuperação de pastagem degradada. 2008. 52f. Monografia (Gestão Ambiental) – Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, 2008.

PIVELLO, V. R., SHIDA, C. N.; MEIRELLES, S. T. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to biodiversity. **Biodiversity & Conservation**, v.8, p.1281-1294, 1999.

PORTAL BRASIL. **Cai desmatamento no Cerrado e Amazônia**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/04/06/ritmo-de-desmatamento-do-cerrado-cai-pela-metade-diz-meio-ambiente/print>>. Acesso em: nov. 2011.

POTT, A.; POTT, V. J. **Lista preliminar de plantas invasoras atuais e potenciais de pastagens do Centro Oeste**. 2000. 16 p.

POWERS, S.; HAGGAR, J. P.; FISHER, R. F. The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness in seven year old plantations in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p.43-54, 1997.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Editora Nobel, 1988. 549 p.

REIS A. et al. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v. 1. n.1, p.28-36, 2003.

REIS, A. **Fundação o Boticário de Proteção a Natureza: Natureza e Conservação**. Curitiba-PR. 2003, 116p.

REIS, A. Avaliação da recuperação de taludes de área de empréstimo na Usina Hidrelétrica de Itá, através da sucessão e dispersão de sementes. **Relatório FAPEU-GERASUL** (não publicado). Florianópolis, 24 p. 2001.

REIS, A.; TRES, D.R.; BECHARA, F.C. A nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: “espaço para o imprevisível”. In: SIMPÓSIO SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COM ÊNFASE EM MATAS CILIARES. São Paulo: IB, 2006. p.104-121.

REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.55, p.67-73, 2007.

REIS, A; TRES, D.R; SHIMINSK, A. **Curso: restauração de áreas degradadas – imitando a natureza**. Florianópolis: UFSCAR, 2006. 90p.

REIS, A., ZAMBONIN, R. M. & NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo, 1999. 42p. (Série Cadernos da Biosfera, 14).

RESCK, D.V.S et al. Impact of conversion of Brazilian Cerrado to cropland and pastureland on soil carbon pool and dynamics. In: LAL, R; KIMBLE, J.M.; STEWART, B.A. (Ed.). **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: RCR Press, 2000. p. 169-196.

REZENDE, R. P. **Recuperação de Matas de Galeria em propriedades rurais do DF e**

**entorno.** 2004. 145f. (Dissertação). Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal. Brasília.

RIBEIRO, J.F; WALTER,B.M.T. Fitofissionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M; ALMEIDA, S.P. **Cerrado:** Ambiente e Flora. EMBRAPA-CPAC. p.89-166. 1998.

ROBERTS, E.H. Temperature and seed germination. In: LONG, S.P.& WOODWARD, F.I.(ed.) **Plants and temperature**, London: Allen and Unwin, 1988. p.415-416.

ROBINSON, G.R. & HANDEL, S.N. Forest Restoration on a Closed Landfill: Rapid Addition of New Species by Bird Dispersal. **Conservation Biology**, v.7, n.2, p.271 – 278, 1993.

RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S.V. & LEITE, H.G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, v.34, n.1, p.65-73, 2010.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E., MELLO, J. W. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/SOBRADE, 1998. p.203-215.

RODRIGUES, R. R & GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R & LEITÃO-FILHO, H. F. (Orgs). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2001. p. 235-247.

SAMPAIO, A. B. **Restauração de Florestas Estacionais Deciduais de Terrenos Planos no Norte do Vão do Rio Paraná, GO.** 2006. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. UNB. Brasília, DF.

SÃO PAULO. Restauração ecológica. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Unidade de Coordenação do Projeto de Recuperação das Matas Ciliares, 2011. 63p.

SARMIENTO, G., GOLDSTEIN, G. & MEINZER, F. Adaptative strategies of woody species in neotropical savannas. **Biol. Rev.**, v.60, p.315-355, 1985.

SASSAKI, R.M. et al. Efeito do fotoperíodo, tipo de solo e época do ano no crescimento inicial da espécie arbórea do cerrado, *Dalbergia miscolobium*. **Revista Brasileira de Botânica**, v.19, p.193-201, 1996.

SCARANO, F.R. Marginal plants: functional ecology at the Atlantic Forest periphery. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 51., 2000, Brasília. **Tópicos atuais em botânica:** palestras convidadas. Brasília: EMBRAPA/Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 176-182.

SCHIMTZ, M.C. Banco de sementes no solo em áreas do reservatório da UHE Paraibuna. In: KAGEYAMA, P. Y. (Ed.) **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP.** Piracicaba: SÉRIE IPEF, 1992. p. 7-8.

SIKORA, L.J; STOTT, D.E. Soil organic carbon and nitrogen. In: DORAN, J.W; JONES, A.J (Ed.). **Methods for assessing soil quality.** Madison: Soil Science Society of America, 1996. p. 157-168.

SILVA, G. B. M. da. Relatório Final: monitoramento e conservação de avifauna na Satipel florestal. Uberlândia: Delta Consultoria Ambiental, 2008.

SILVA, J.C.S. **Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas, nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal.** 2007. 121f. (Dissertação). Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal.

SILVA, L. S.; SOUSA, R. O.; POCOJESKI, E. Dinâmica da matéria orgânica em ambientes alagados. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da Matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2 Ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 654p.

SOARES, S. M. P. **Banco de sementes, chuva de sementes e o uso de técnicas de nucleação na restauração ecológica de uma clareira dominada por *Melinis minutiflora* P. BEAUV.** 2009. 111f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009.

SOUZA, C. C. **Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais em plantios de recuperação de Matas de Galeria do Distrito Federal.** 2002. 91f. (Dissertação). Universidade de Brasília – Departamento de Engenharia Florestal. Brasília.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management,** Cambridge, v. 196, p. 275-285, 2004.

SOUZA, P. A et al. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Cerne,** v.12, n.1, p.56-67, 2006.

TEKLE, K. & BEKELE, T. 2002. The Role of Soil Seed Banks in the Rehabilitation of Degraded Hillslopes in Southern Wello, Ethiopia. **Biotropica**, v.32, n.1,p.23-32, 2002.

TM e AP – TRIÂNGULO MINEIRO e ALTO PARANAÍBA. Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais. **Licenciamento Ambiental Nº 50175/2004/001/2008**. Uberlândia, 2010.

TRES, D. R. Tendências da restauração ecológica baseada na Nucleação. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 57., Gramado, 2006. **Anais...** Gramado, 2006. s/p.

TRES, D.R; GUINGLE, M. C. T.; REIS A. Pragmatismo na Restauração Ecológica: “apressar” a sucessão ou promover uma nova dinâmica natural? In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 7., 2005, Caxambu . **Anais eletrônicos...** Caxambu: IB/ USP, 2005. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/listaresumo.html>>. Acesso em: jan. 2011.

TRES, D. R.; REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Biotaemas**, v.22, n.4, p.59-71, 2009.

UHL, C. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology**, v.75, p.377-407, 1987.

UHL, C.; NEPSTAD, D. C.; SILVA, J. M. C. da; VIEIRA, I. Restauração da floresta em pastagens degradadas. **Ciência Hoje**, v.13, p.22-31, 1991.

UKAN, D. **Resumos das aulas da disciplina de solos:** apostila adaptada ao curso de engenharia ambiental segundo a apostila de solos florestais do prof. Dr. Marcelo Ricardo de Lima. Curitiba: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2010.

VALCARCEL, R. Plano de recuperação ambiental. **Serviço de Engenharia RODOFÉRREA S.A.** 1994. 64p.

VAN DER PIJL, L. Principles of dispersal in higher plants. **Springer-Verlag**, Berlin.1982

VIEIRA, D.L.M. et al. Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em cerrado *sensu stricto* do Brasil Central e savanas amazônicas. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, p.215-220, 2002.

VIEIRA, N.K. **O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii engelm.*** 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Centro de Ciências Biológicas, UFSC, 2004.

VIEIRA, N.K.; REIS, A. **O papel do banco de sementes na restauração de áreas degradadas.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2003. Disponível em: <http://www.udd.org/francais/forum1996/TexteWinterhalder.html>. Acesso em: fev 2011.

VILELA, D.M.; HARIDASAN, M. Response of the ground layer community of a cerrado vegetation in Central Brazil to limining and irrigation. **Plant and Soil**, v.163, p.25-31, 1994.

WEBB, C.O. & PEART, D.R. 2001. High seed dispersal rates in faunally intact tropical rain forest: theoretical and conservation implications. **Ecology letters**, v.4, p. 491-499.

WHITTAKER, R. J. & JONES, S. H. The role of frugivorous bats and birds in the rebuilding of a tropical forest ecosystem, Krakatau, Indonesia. **Journal of Biogeography**. n.21, p.245-258, 1994.

WINTERHALDER, K. Environmental degradation and rehabilitation of the landscape around Sudbury, a major mining and smelting area. **Environmental Reviews**. n.4, p.185–224, 1996.

YARRANTON, G. A.; MORRISON, R. G. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. **Journal of Ecology**, Londres. v. 62. n.2, p.417- 428, jul.1974. Disponível em: <<http://www.jstor.org/pss/2258988>>. Acesso em: out. 2009.

ZILLER, S.R. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica.** 2000. 268p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, 2000.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONOMICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Iniciar o sistema.** Disponível em: <<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/#>>. Acesso em: out. 2011.