

1. INTRODUÇÃO

Embora as hidrelétricas produzam uma energia considerada “limpa”, sua construção e seus reservatórios são altamente impactantes. Esses impactos são observados na paisagem e no ecossistema da região onde são instaladas, resultando em mudanças nas relações da flora e fauna com o meio físico (PEZZATTO, 2004).

Com a formação do reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, no município de Palmas – TO, a elevação do nível freático passou a ter uma influência direta sobre a nova faixa marginal destinada à preservação permanente, resultando em locais propícios para se estudar o desenvolvimento vegetacional e sua relação com o solo e o novo ambiente.

Segundo Muller (1995), reservatórios de hidrelétricas, além da produção de energia elétrica, deve proporcionar um desenvolvimento sustentável e uma melhoria na qualidade de vida da região, conseguidas através de ações planejadas, segundo critérios econômicos e socioambientais.

Essa nova linha de costa que surge com a formação de um reservatório é estabelecida em uma superfície geológica e biologicamente não preparada para essa situação. A estrutura do solo, a vegetação que o cobre e a fauna que vive naquele lugar não estão ajustados às áreas ribeirinhas e zonas inundáveis temporariamente. Por serem ambientes instáveis, sofre processos de erosão, assoreamento, lixiviação e compactação, além de processos relacionados com a reversão do fluxo das águas das camadas freáticas. A recuperação da vegetação das margens dos reservatórios é freqüentemente retardada pela ausência de espécies características desses ambientes (MULLER, 1995).

O início da construção da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães ocorreu em maio de 1998. O enchimento do lago foi iniciado em maio de 2001 e concluído em dezembro do mesmo ano, quando foi acionada a primeira unidade geradora. Nos meses de março, maio, julho e novembro de 2002, entraram em operação as outras quatro unidades geradoras da usina, cada uma com potencia nominal de 180,5 MW, totalizando 902,5 MW. O reservatório se estende por aproximadamente 170 km, entre as cidades de Lajedo e Ipueiras, apresentando um espelho d'água de 630 km², e um volume de 5,52 km³ na cota

212 m (horizontal) e uma profundidade média de 3m. O reservatório apresenta uma forma geral alongada, com larguras da ordem de 2 km à montante da barragem, que crescem para 7 km em frente a Palmas e que variam bastante em função da vazão, a montante de Porto Nacional.

Faz-se necessário um maior comprometimento dos empreendedores e do poder público, quanto à brusca transformação ambiental decorrente da criação destes reservatórios artificiais.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL:

Avaliar o estabelecimento das espécies utilizadas para revegetação da área de influência de reservatório artificial, com o intuito de minimizar os impactos causados pela construção da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães no município de Palmas-To.

2.2 ESPECÍFICOS:

Verificar se espécies típicas de Cerrado pode ser utilizada, com sucesso, para revegetação de ambiente ripário decorrente de formação de lagos artificiais;

Avaliar a interferência da variação da altura da lâmina d'água perceptível, em períodos de chuva, no estabelecimento das espécies introduzidas no ambiente;

Identificar entre os métodos de recuperação de áreas degradadas aplicados na área de estudo, qual apresentou maior índice de estabelecimento de espécies após dois anos de plantio;

Identificar se a qualidade da água presente na área interfere no estabelecimento das mudas;

Comparar se plantios efetuados em períodos diferenciados, chuvoso e seco, influencia no estabelecimento das espécies introduzidas na área experimental; e

Quantificar e qualificar as espécies resultantes da interação do meio com a fauna local.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BACIA HIDROGRÁFICA

O termo bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes (SILVA, 1995).

É definida como um sistema geomorfológico aberto, determinado pelos fluxos de entrada e saída de matéria e energia produzidas pela interação dos diversos fatores ambientais e limitados pelos divisores naturais de água (RESK e SILVA, 1998; LIMA e ZAKIA, 2000)

Alves (2000) definiu bacia hidrográfica como unidade geográfica formada por uma área da superfície terrestre, que contribui na formação e no armazenamento de um determinado curso d'água. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outras de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia (FERNANDES e SILVA, 1994)

Os processos hidrogeomorfológicos são fundamentais na distribuição da vegetação na zona ripária que é um dos componentes essenciais para a manutenção da integridade de uma sub-bacia hidrográfica, devido às suas diversas funções (LIMA e ZAKIA, 2000).

Para Lorandi e Cançado (2003), o manejo de bacias hidrográficas deve incorporar todos os recursos ambientais e não só o hídrico, adotando-se uma abordagem de integração dos aspectos sociais, econômicos e políticos, incluindo os objetivos de qualidade ambiental para utilização dos recursos, procurando aumentar a produtividade dos mesmos e ao mesmo tempo, diminuir os impactos e riscos ambientais.

Deve ser considerado o aspecto do estado de transição e a contínua interdependência entre todos os fatores da bacia, a fim de minimizar os impactos decorrentes das atividades antrópicas (LIMA et al., 1996).

Menezes (2003) afirma que o manejo de uma bacia hidrográfica requer um apanhado de informações e uma equipe multidisciplinar para resultar em ações não setoriais e desiguais.

Dessa maneira é necessária uma unidade com caráter homogêneo em termos espaciais, para que se proponham estratégias de uso racional e menos degradantes possíveis é necessário que haja um enfoque regionalizado.

Além disso, o gerenciamento de bacias tem sido um desafio, particularmente no Brasil as expectativas são poucas e de difícil realização. Quando acontecem, visam apenas o recurso água, ou tratam de recursos ambientais de pequenas bacias, geralmente de interesse agrícola (SANTOS, 1998).

Grande parte das práticas recomendadas para manejo integrado das bacias hidrográficas é de notório conhecimento de técnicos e usuários dos recursos naturais, entretanto, a implantação destas práticas é efetuada isolada e pontualmente, muitas vezes com reflexos localizados e insignificantes (FERNANDES, 1998).

Indicando assim, que a qualidade de cada corpo hídrico está relacionada à geologia, ao tipo de solo, ao clima, ao tipo e quantidade de cobertura vegetal além do grau e modalidade de atividade humana dentro da bacia hidrográfica (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1988; VALENTE e CASTRO, 1987). Desta forma, o uso e ocupação das bacias hidrográficas refletem, em última instância, na qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas (RANZINI, 1990).

3.2 FORMAÇÃO DE AMBIENTE RIPÁRIO ARTIFICIAL

O termo mata ripária é empregado para designar as florestas que ocorrem nas margens de cursos de água doce, ocorrendo ao longo do terreno que inclui tanto a ribanceira de um rio ou córrego, de um lago ou represa, como também as superfícies de inundação chegando até as margens do corpo d'água pela própria natureza do ecossistema formado pela mata ripária. Encontram-se também transições de solo, de vegetação e de um grande gradiente de umidade do solo, que impõem o tipo de vegetação (OLIVEIRA e DRUMOND, 2002).

Um aspecto fundamental para a formação de ambientes ripários artificiais é a escolha das espécies a serem utilizadas, sendo estas o ponto principal para o sucesso do plantio. Essa

seleção baseia-se principalmente em estudos realizados em matas ripárias da região (BOTELHO e DAVIDE, 1995).

Segundo Botelho e Davide (1995), ambientes bastante distintos das margens dos cursos de água naturais são as margens de reservatórios artificiais, principalmente os grandes reservatórios de Usinas Hidrelétricas. Estes ambientes devem ser analisados com cuidado, pois se tratam de locais de ocorrência natural de outras formas de vegetação, não característicos das margens dos rios, mesmo quando são de porte arbóreo.

3.3 FUNÇÕES AMBIENTAIS DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA

As matas ripárias são formações vegetais que ocorrem ao longo dos cursos d'água e desempenham papel importante na formação dos corredores de fluxo gênico, podendo interligar populações vegetais que foram separadas pelo processo de fragmentação (MACEDO, 1993; KAGEYAMA e GANDARA, 2001).

De maneira geral, vegetação ripária são formações florestais às margens de linhas de drenagem, localizadas nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de cursos d'água onde esses ainda não escavaram o canal definitivo (RATTER et al., 1973). Essa fisionomia não apresenta queda de folhas evidente durante a estação seca, sendo quase sempre margeada de vegetação não florestal (RIBEIRO e WALTER, 1998).

As matas ripárias são o habitat de maior complexidade estrutural no bioma Cerrado, abrigando a maior riqueza e diversidade de espécies da flora e da fauna. Essa complexidade é resultado da ação de fatores intrínsecos à própria mata e também a fatores dependentes do ambiente circunvizinho. As matas ripárias funcionam principalmente como corredores que permitem o estabelecimento e elementos adaptados a condições mais amenas do que aquelas encontradas em áreas mais abertas do Cerrado, viabilizando um fluxo gênico ao longo de extensos gradientes ambientais (MARINHO FILHO e REIS, 1989).

A heterogeneidade das condições ambientais nas margens dos cursos d'água define, portanto um mosaico vegetacional como resultado da atuação diferencial da umidade

(RODRIGUES e SHEPERD, 2000). Segundo estes autores, os principais fatores que atuam na seletividade das espécies, condicionando a distribuição e composição florística, são aqueles que definem a dinâmica da água e do solo (relevo e fatores físicos do solo),

Pela própria natureza do ecossistema, as matas ripárias se encontram em transição quanto ao solo e os gradientes de umidade. Este último geralmente impõe o tipo de vegetação, indicando espécies adaptadas, tolerantes ou indiferentes a solos encharcados ou sujeitos à inundações temporárias (KAGEYAMA et al., 1989).

As matas ripárias atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os sistemas terrestres e aquáticos, desenvolvendo condições propícias à infiltração (KAGEYAMA, 1986; LIMA, 1989). Sua presença reduz significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos de adubos, defensivos agrícolas, conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno.

Esse ecossistema, segundo Lourence et al. (1984), comporta-se como excelente consumidor e tampão de nutrientes do escoamento superficial proveniente de agroecossistemas vizinhos.

Como resultado da ausência da cobertura vegetal das matas ripárias altera as condições locais gerando desequilíbrio ecológico de grandes dimensões. Um dos mais sérios problemas é o acentuado escoamento superficial de resíduos, para o leito dos rios, que pode provocar rebaixamento do nível do lençol freático, gerando enchentes e diminuindo a vida útil das barragens e hidrelétrica. Além disso, pode propiciar problemas de erosão, perda da fertilidade do solo e de terras agricultáveis, desaparecimento da fauna terrestre e aquática, deslizamento de rochas e queda de árvores (ASSIS, 1991).

É importante ressaltar o efeito das perturbações, sejam essas naturais ou antrópicas, na dinâmica populacional. Para isso são necessários estudos sobre os processos de regeneração natural, bem como estudos da dinâmica da floresta em áreas sujeitas a distúrbios o que fornecerá informações para o manejo e a conservação de áreas já degradadas (KOTCHEETKOFF-HENRIQUES, 1989).

A vegetação contribui para a estabilização das margens dos rios, o tamponamento e filtragem de nutrientes e/ou agrotóxicos, a interceptação e absorção da radiação solar e para o fornecimento de abrigo e/ou alimento para a fauna aquática e terrestre (MARINHO FILHO e REIS, 1989; SABINO e CASTRO, 1990). Desse modo, recentemente as matas ripárias têm recebido maior atenção, principalmente pelo seu estado crítico de degradação (OLIVEIRA-FILHO, 1989; RODRIGUES, 1989; RODRIGUES e GANDOLFI, 2001). Devido à sua grande importância no que diz respeito à conservação da biodiversidade e à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas da biosfera, seu manejo e recuperação foram incluídos como uma das prioridades no Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (BARBOSA, 2001).

A cobertura vegetal influi positivamente na hidrologia do solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento da água e diminuindo o escoamento superficial que influencia a redução de processos erosivos, promovendo a dissipação da energia de gotas da chuva (LIMA, 1986).

Deve-se considerar que as matas ripárias compreendem ambientes diferentes, variando desde sítios méxicos, sem influência das cheias, até as áreas de depleção, onde a planta fica parcial ou totalmente submersa durante o período de cheia dos reservatórios (DAVIDE et al., 1993).

A presença da mata ripária é sem dúvida inquestionável, pelas funções e efeitos que não são apenas locais, mas refletem na qualidade de vida de toda a população sob influência de uma bacia hidrográfica (DAVIDE et al., 2000).

3.4 CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS DO CERRADO

Os solos de Cerrado são muito intemperizados, mediante ácidos (DE OLIVEIRA et al, 2000) apresentam baixa disponibilidade de nutrientes para os vegetais.

Já o efeito do clima sobre a vegetação é indireto, através de sua ação sobre o solo a baixa fertilidade estaria limitando o desenvolvimento de uma vegetação de maior porte e

biomassa (EITEN, 1994). Para Malavolta e Kliemann (1985), a vegetação nativa de cerrado cresce sobre solos pobres de bases trocáveis, principalmente o cálcio.

De acordo com Haridasan (2000), a profundidade efetiva do solo, presença de concreções no perfil, proximidade à superfície do lençol freático, drenagem e fertilidade são fatores determinantes das diversas fitofisionomias que compõem o cerrado.

Segundo Malavolta e Kliemann (1985), os solos de cerrado seguem a seguinte ordem decrescente de limitações: acidez > falta de fósforo > falta de enxofre ou potássio > falta de zinco > falta de boro > falta de cobre > falta de nitrogênio e de manganês.

Cerca de 46% da área do cerrado é coberta por latossolos, os nitossolos e as areias quartzosas aparecem em segundo lugar cobrindo 15% da área. Em seguida aparecem os plintossolos com 9%, os litossolos com 7%, os cambissolos com 3%, solos hidromórficos com 2,5%, terra rocha estruturada com 2% e outras classes de solos que cobrem menos de 0,5% da área total de cerrado. (CORREIA et al, 2002)

3.5 CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS DE MATAS RIPÁRIAS EM REGIÃO DE CERRADO

Com relação à classificação dos solos sob matas ripárias da região do Cerrado, de acordo com estudos, têm-se evidenciado que a maior parte dos solos não são hidromórficos por serem bem drenados durante a maior parte do ano, nem aluviais por serem desenvolvidos a partir de depósitos coluviais (HARIDASAN, 1998).

Silva (1991) afirmou que a caracterização dos solos de ocorrência em matas ripárias é importante por exercer influência na sua diversidade florística.

Ao encontrar diferenças florísticas e estruturais entre locais inundáveis (solos sujeitos a inundações) e não inundáveis (solos bem drenados), Walter (1995), sugeriu a separação conceitual nos subtipos de Matas Ripárias Inundáveis e não-Inundáveis.

Já Haridasan et al (1997) verificaram que somente os parâmetros de fertilidade não explicavam as diferenças entre as fitofisionomias ao passo que as condições de drenagem desempenhavam papel mais importante na distribuição das espécies.

De modo geral, as características químicas mais importantes dos solos das matas ripárias na região de cerrado são determinadas pelo regime hídrico do solo influenciado pela declividade e situação topográfica e condições microclimáticas devido ao sombreamento total da superfície do solo. O que faz com que a decomposição de litter ou serapilheira ocorra com uma taxa muito lenta, acumulando na superfície uma faixa de 6,8 t.ha⁻¹ no interior das matas (HARIDASAN, 1998).

3.6 LEGISLAÇÃO PERTINENTE A AMBIENTES RIPÁRIOS

Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965 - Código Florestal Brasileiro – Artigos Pertinentes a Lagos Artificiais

...

Art. 2º - Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

...

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais;

...

Art. 4º - A supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de a utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizado e motivado em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.

...

§ 6º - Na implantação do reservatório artificial é obrigatória a desapropriação ou aquisição, pelo empreendedor, das áreas de preservação permanente criadas no seu entorno, cujos parâmetros e regime de uso serão definidos por resolução do CONAMA.

CAPÍTULO I

Art. 1º - A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

...

IV – a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V – a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI – a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

CAPÍTULO II

Art. 2º - São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I – Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II – a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

CAPÍTULO III

...

Art. 3º - Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I – a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II – a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

III – a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV – a articulação do planejamento de recursos hídricos com os dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V – a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI – a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º - A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002 – Definições de Área de Preservação Permanente - APP de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno

...

Art. 1º - Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatório artificial da elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno.

Art. 2º - Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I – Reservatório artificial: acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos;

II – Área de Preservação Permanente: a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênicos de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas;

III – Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial: conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nessa Resolução e em outras normas aplicáveis;

IV – Nível Máximo Normal: é a cota máxima normal de operação do reservatório;

V – Área Urbana Consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

a) definição legal pelo poder público;

b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

Malha viária com canalização de águas pluviais;

Rede de abastecimento de água;

Rede de esgoto;

Distribuição de energia elétrica e iluminação pública;

Recolhimento de resíduos sólidos urbanos;

Tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por Km².

Art. 3º - Constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de:

I – trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;

II – quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental;

III – quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

Decreto nº 4.613, de 11 de março de 2003 – regulamenta Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências:

Art. 1º - O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão consultivo e deliberativo, integrante da estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente, tem por competência:

I – promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estadual e dos setores usuários;

II – arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

III – deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos, cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;

...

V – analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;

VI – estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

...

IX – acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

X – estabelecer critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso;

XI – aprovar o enquadramento dos corpos de água em classes, em consonância com as diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e de acordo com a classificação estabelecida na legislação ambiental.

Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 – Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

...

CAPÍTULO II

Art. 3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I – Das Águas Doces

...

IV – classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;]
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário, e
- e) à dessedentação de animais.

Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008 – dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas:

...
CAPÍTULO II – DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 3º As águas subterrâneas são classificadas em:

I – Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;

II – Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

III – Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.

IV – Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

V – Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivos; e

VI – Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade de uso.

3.7 FORMAÇÃO DE LAGOS ARTIFICIAIS

A construção de um lago artificial modifica as condições naturais e com elas as condições de vida da população e dos padrões de desenvolvimento e propagação de enfermidades, criando condições que podem aumentar o risco de doenças transmitidas principalmente por

vetores e caracóis (FINKELMAN, CARCAVALLO e NÁJERAMORONDO, 1984; REY, 1991).

Com a inundação, estando a planície coberta pela água do lago, desaparece a diversidade de habitats e em segmentos ao longo da margem do mesmo, criam-se condições favoráveis à formação de criadouros de insetos. As fontes de repasto para os insetos passam a ser os animais adaptados à margem do lago e também, em área de ocupação antrópica, serão representadas pelos animais domésticos e pelo próprio homem (NATAL, 2001).

Os problemas relacionados aos aspectos sedimentológicos são ainda mais evidentes e preocupantes quando relacionados a reservatórios, pois a elevada deposição de sedimentos pode reduzir a capacidade de armazenamento de água e prejudicar os usos a que estes se destinam. Além disso, devido à baixa velocidade da água nesses sistemas, a capacidade de autodepuração é deficiente, conseqüentemente, os nutrientes, metais pesados e produtos químicos, geralmente associados ao material em suspensão, se acumulam em seus sedimentos, sendo de difícil remoção (REIS, CASSIANO e ESPÍNDOLA, 2002).

3.8 RECUPERAÇÃO X RESTAURAÇÃO

Conforme definição do Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, recuperação corresponde à restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original; enquanto que restauração consiste na restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original;

Pelo exposto, qualquer trabalho de reparação ambiental que tenha como meta de longo prazo a recriação de um ecossistema auto-sustentável, estável e resiliente, regulado totalmente por processos naturais e com estrutura mais próxima possível das comunidades naturais, deve ser encarado como um trabalho de restauração ecológica (ENGEL e PARROTA, 2001).

O termo recuperação é o mais usado no Brasil, adotado com sentido amplo. Este termo refere-se tipicamente, ao trabalho realizado em sítios mais severamente degradados pelas atividades mineradoras ou grandes obras de construção civil. O manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (MINTER/IBAMA, 1990) define recuperação como “o retorno do sítio degradado a uma forma e utilização de acordo com um plano pré-estabelecido de uso do solo”.

Muitas técnicas utilizadas na recuperação e na restauração são as mesmas. A diferença entre essas abordagens está na definição de metas e objetivos, bem como na escala de tempo adotada como horizonte. Enquanto a meta da restauração ecológica é a viabilidade ecológica do ecossistema em longo prazo, e a recriação, no futuro, de comunidades mais próximas possíveis das naturais, quanto à sua estrutura e funcionamento; a recuperação de áreas degradadas apresenta objetivos mais específicos, definidos numa escala de tempo menor, e a semelhança com os ecossistemas naturais não é uma característica aparentemente importante. As técnicas de recuperação poderiam sim estar aliadas à restauração, sendo uma primeira etapa da reconstrução de comunidades ecologicamente viáveis, desde que outras preocupações adicionais fossem incluídas, tais como diversidade e composição, fundamento do ecossistema e estabilidade em longo prazo (ENGEL e PARROTA, 2003).

3.9 SUCESSÃO SECUNDÁRIA

Sucessão natural, segundo Schimithüsen (1961), é o desenvolvimento natural de várias formações vegetais que seguem uma a outra e isso no mesmo lugar. Cada sucessão tem uma direção de desenvolvimento definida, isto depende do caráter do sítio e das exigências ecológicas e da força de concorrência das plantas disponíveis para a ocupação da área. A sucessão culmina em uma sociedade vegetal que forma, junto com o complexo de fatores internos da área, um ecossistema em equilíbrio dinâmico.

Segundo Gómez-Pompa e Vazquez-Yanes (1981), as espécies que aparecem através da sucessão dependem não só de fatores externos, mas também de características intrínsecas da espécie, tais como o comprimento do ciclo de crescimento, eficiência fotossintética e outras propriedades fisiológicas.

Segundo Rizzini (1979), a sucessão admite subdivisão em primária e secundária, também denominadas de prissere e subsere. A prissere começa em um substrato nu, sem matéria orgânica, e prossegue até atingir uma forma estável de vegetação, que será o clímax. A subsere ou sucessão secundária é uma sucessão parcial que toma início numa fase qualquer (pastagem, agricultura, mineração). Destacando-se as formas de sucessão secundária das florestas tropicais, oriundas do desmatamento.

A dinâmica florestal é algo essencialmente complexo, mas de acordo com Sanquetta (2000) pode ter sua análise simplificada e conduzida de forma competente, através de um sistema de avaliação biométrica, onde se estudam os processos de recrutamento, crescimento e mortalidade.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está situada no Estado do Tocantins, na cidade de Palmas, capital do estado. O experimento, objeto deste estudo, foi implantado no Campus Universitário de Palmas (Figura 1), que apresenta uma área de 293,69 ha localizada a menos de 3 km do centro da capital, sendo delimitada pelos meridianos de 48°20'39'' e 48°21'48'' de longitude de WG e os paralelos 10°09'12'' e 10°11'12'' de latitude sul.

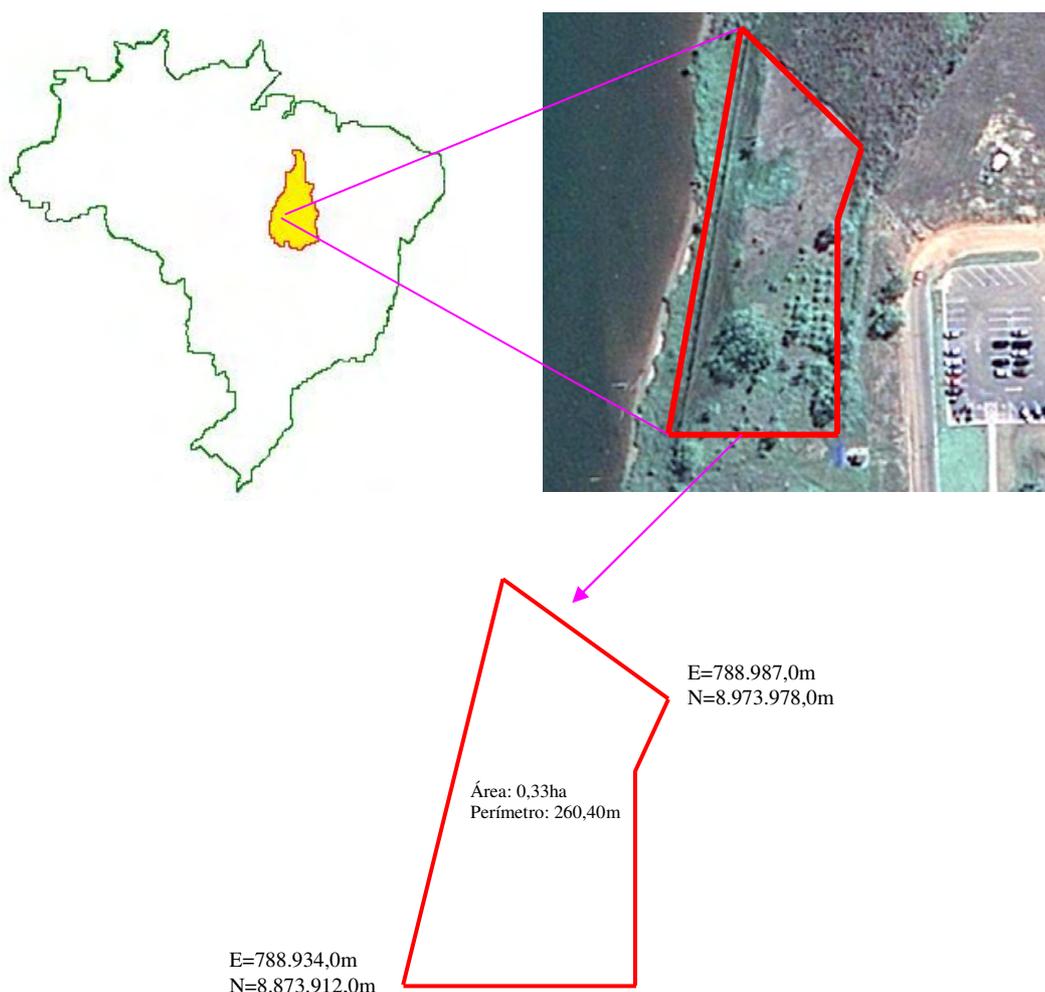


Figura 1 – Mapa de Localização da área experimental, localizada na Universidade Federal do Tocantins - UFT

A área experimental está inserida no Campus Universitário de Palmas com aproximadamente 0,33 ha e perímetro aproximado de 260,40m.

A área onde foi instalada a Universidade Federal do Tocantins – UFT era utilizada com a finalidade de pastagem, apresentando-se com elevado estado de degradação.

Por ocasião da construção da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, o nível da água a montante da barragem foi elevado à cota de 212 metros, resultando na formação de um reservatório com 170 km de extensão, uma média de 5 km de largura e profundidade média de três metros.

A área onde se realizou este estudo recebeu diferentes métodos de recuperação para áreas degradadas que se encontram às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães. A implantação do processo de recuperação foi descrita por Arrais (2006).

O tipo de solo da região estudada é Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e álico. Esta classe é constituída por solos profundos, bem acentuadamente drenados, muito permeáveis, porosos e com elevado grau de intemperização (SEPLAN, 2004).

Segundo Ranzani (2002), os diferentes solos encontrados na área de Palmas foram classificados de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. As classes de solos constantes no primeiro nível categórico foram: Latossolos, Neossolos, Plintossolos, Cambissolos e Gleissolos. O grande grupo dos Latossolos predomina no município, cobrindo uma área de 888,40 km² ou 37,81%. Aos Latossolos se seguem os Plintossolos, cobrindo 605,88 km² ou 24,56% da área. Posteriormente, os Cambissolos com 482,60 km² ou 19,5% e os Neossolos com 2 2290,07 km² ou 8,52%. Finalmente os Gleissolos distribuídos em área de 159,14 km² ou 6,43%.

4.1 IMPLANTAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O primeiro plantio, descrito por Arrais e Martins (2006), ocorreu no primeiro semestre do ano de 2006. Foram utilizadas espécies endêmicas da região conforme descrito na Tabela 01. As mesmas foram distribuídas em toda extensão da área experimental e divididas entre os métodos: quincôncio, ilha vegetativa e plantio direto.

Tabela 1 Relação das espécies de mudas com especificação de nome científico, nome popular e habitat, utilizadas no plantio realizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Palmas-TO.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	FAMÍLIA	HABITAT
<i>Myracrodruon</i> sp.	Aroeira	Anacardiaceae	Cerrado
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	Combretaceae	Cerrado
<i>Sclerolobium paniculatum</i> sp.	Carvoeiro	Caesalpinoideae	Cerradão e Mata semidecídua
<i>Eugenia dysenterica</i>	Cagaita	Mytaceae	Cerrado SR e Cerradão
<i>Tabebuia</i> sp.	Ipê-rosa	Mimosoideae	Floresta semidecidual e pluvial
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá-do-cerrado	Caesalpinaceae	Cerrado
<i>Magonia pubescens</i>	tingui	Sapindaceae	Cerrado
<i>Inga</i> sp.	Ingá	Mimosoideae	Floresta pluvial tropical

As espécies utilizadas foram distribuídas na área em métodos pré-definidos, de acordo com a ordem descrita na Tabela 02.

Tabela 02 Relação das espécies de mudas, nome popular e método em que foi utilizado no experimento realizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Palmas-TO.

	ESPÉCIE	NOME POPULAR	Método Utilizado
1	<i>Myracrodruon</i> sp.	Aroeira	Quincôncio 1
2	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	Quincôncio 1
3	<i>Sclerolobium paniculatum</i> sp.	Carvoeiro	Quincôncio 2
4	<i>Eugenia dysenterica</i>	Cagaita	Quincôncio 2
5	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. Ex DC) Standl.	Ipê-rosa	Ilha vegetativa
6	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá-do-cerrado	Ilha vegetativa
7	<i>Magonia pubescens</i>	tingui	Ilha vegetativa
8	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	Plantio direto

As mudas selecionadas para o plantio apresentavam, na data da implantação do experimento, idade média de cinco meses, enquanto que a altura média foi de 0,20 cm, com variações de acordo com a espécie, conforme Tabela 03.

Tabela 03 Relação das espécies de mudas utilizadas no plantio com especificação de nome científico, nome popular e altura na data do plantio realizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Palmas-TO.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	ALTURA
<i>Myracrodruon</i> sp.	Aroeira	0,17 cm
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	0,20 cm
<i>Sclerolobium paniculatum</i> sp.	Carvoeiro	0,23 cm
<i>Eugenia dysenterica</i>	Cagaita	0,18 cm
<i>Tabebuia</i> sp.	Ipê-rosa	0,25 cm
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Jatobá-do-cerrado	0,16 cm
<i>Magonia pubescens</i>	tingui	0,18 cm
<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá	0,23 cm

4.1.2 Métodos de Recuperação de Áreas Degradadas aplicados na área de estudo

4.1.2.1 Quincôncio

O método do quincôncio consiste no plantio de quatro mudas heliófitas que formam um quadrado perfeito com uma espécie ciófitas no centro. As espécies heliófitas, além do fornecimento de sombra para o estabelecimento das espécies ciófitas promovem a cobertura do solo nos primeiros anos após o plantio. À medida que a vegetação se desenvolve, o número de espécies heliófitas tende a diminuir devido à mortalidade natural por serem de ciclo curto, proporcionando às espécies ciófitas condições ecológicas cada vez melhores pra seu estabelecimento e regeneração do sub-bosque (MARTINS, 2001a).

No plantio em quincôncio, cada muda de espécie não pioneira fica no centro de um quadrado formado por quatro mudas de espécies pioneiras. Como as espécies pioneiras apresentam crescimento rápido, em poucos meses devem fornecer sombreamento necessário para a muda de espécies não pioneira (MARTINS, 2001a).

Seguindo a configuração do método foram implantados dois blocos em quincôncios. No primeiro bloco foram utilizadas as espécies *Combretum leprosum* Mart (mofumbo) e *Myracrodruon* sp. (aroeira), enquanto que no segundo bloco foram utilizadas as espécies *Sclerolobium paniculatum* sp. e *Eugenia dysenterica* (cagaita) (Figura 2).

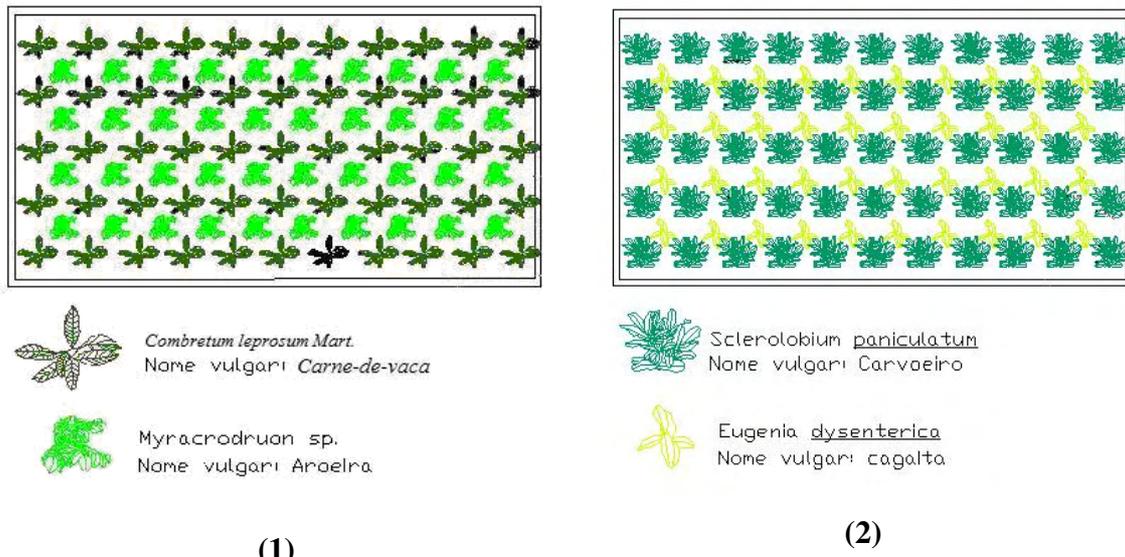


Figura 2 Esquemas do método do quincôncio: (1) utilizando as espécies *Combretum leprosum Mart* (mofumbo) e *Myracrodruon sp.* (aroeira); e (2) utilizando as espécies *Sclerolobium sp.* (carvoeiro) e *Eugenia dysenterica* (cagaita).

O distanciamento entre as mudas de *Combretum leprosum Mart* e *Sclerolobium paniculatum* (Figura 3) utilizadas nos quincôncios foi de dois metros na linha horizontal e dois metros na linha vertical, formando um quadrado perfeito, sendo introduzidas, no centro deste arranjo, mudas de *Myracrodruon sp.* e de *Eugenia dysenterica* (Figura 4), caracterizando o esquema proposto pelo método do quincôncio. O número total de mudas, nos blocos implantados com quincôncio foi de 55 mudas de *Combretum leprosum Mart* (mofumbo) e *Sclerolobium paniculatum* (carvoeiro), espécies definidas como pioneiras e 40 mudas de *Myracrodruon sp.* (aroeira) e *Eugenia dysenterica* (cagaita), espécies secundárias.

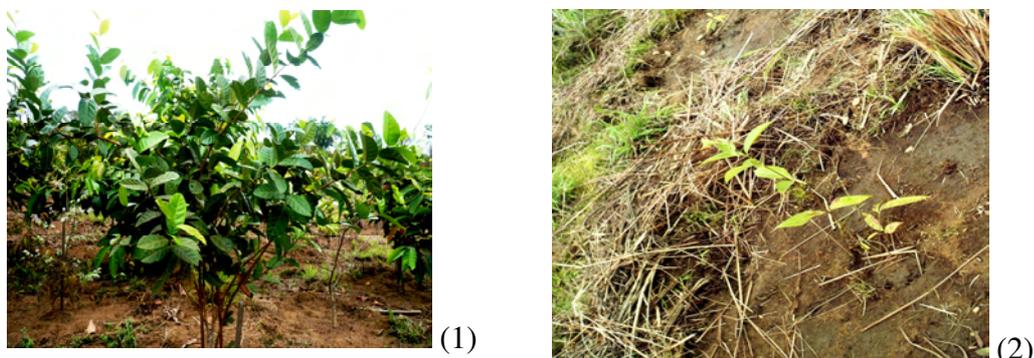


Figura 3 (1) *Combretum leprosum Mart* (mofumbo) e (2) *Myracrodruon sp.* (aroeira), utilizadas no método do quincôncio, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.



(1)



(2)

Figura 4 (1) *Sclerolobium paniculatum* sp. (carvoeiro) e (2) *Eugenia dysenterica*. (cagaita), utilizadas no método do quincôncio, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

4.1.2.2 Ilhas Vegetativas

As ilhas vegetativas, segundo Martins (2001a), baseiam-se em estudos que verificam que a vegetação remanescente em uma área degradada por pequenos fragmentos. Atua como núcleo, para que a revegetação possa se expandir, por atrair agentes dispersores e também através de propágulos. Corresponde a um arranjo circular de plantio onde, no centro é introduzida uma espécie climácica, na primeira circunferência são inseridas espécies secundárias e na borda do círculo são implantadas espécies primárias. Assim, a partir das ilhas vegetativas, a vegetação secundária se espalha, acelerando o processo de sucessão na área perturbada.

Na implantação deste método foram inseridas 06 ilhas vegetativas, sendo três ilhas formadas com plantio de sementes (Figura 5) e três ilhas formadas com plantio de mudas (Figura 6).

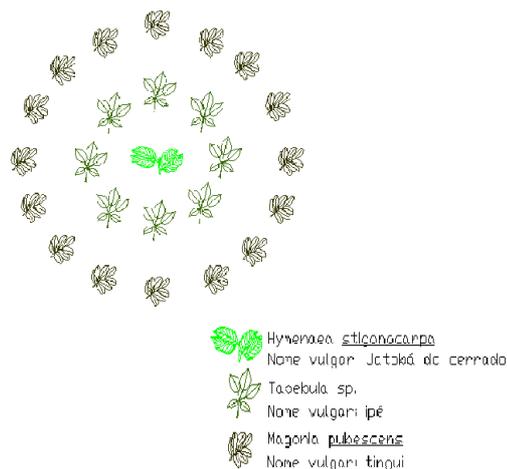


Figura 5 - Esquema das ilhas vegetativas, utilizando o plantio de sementes das espécies *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado), *Tabebuia* sp. (ipê) e *Magonia pubescens* (tingui).

Figura 6 - Esquema das ilhas vegetativas, utilizando o plantio de mudas das espécies *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado), *Tabebuia* sp. (ipê) e *Magonia pubescens* (tingui).

As espécies utilizadas no experimento foram *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado); *Tabebuia* sp. (ipê) e *Magonia pubescens* (tingui) (Figura 7).



(1)



(2)



(3)

Figura 7 (1) *Tabebuia* sp. (ipê) e (2) *Magonia pubescens* (tingui) e (3) *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado), utilizadas no método de ilhas vegetativas, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

Os critérios adotados para a escolha das espécies utilizadas nas ilhas vegetativas foram: exigência luminosa e velocidade de crescimento de cada espécie. A disposição das mudas obedeceu a uma estrutura circular, com o plantio de uma única espécie no centro, oito mudas da mesma espécie a um raio de 2,5 metros e dezesseis mudas da mesma espécie a um raio de 2,5 metros da primeira circunferência.

Na prática, na composição das ilhas vegetativas formadas por mudas (Figura 8) foi introduzida uma muda de *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado) no centro da ilha. Descrevendo um raio de dois metros e meio a partir da muda de jatobá-do-cerrado, foram plantadas oito mudas de *Tabebuia* sp. (ipê), e fechando a circunferência mais externa da ilha, com outro raio de dois metros e meio das mudas de ipê com o plantio de dezesseis mudas de *Magonia pubescens* (tingui).

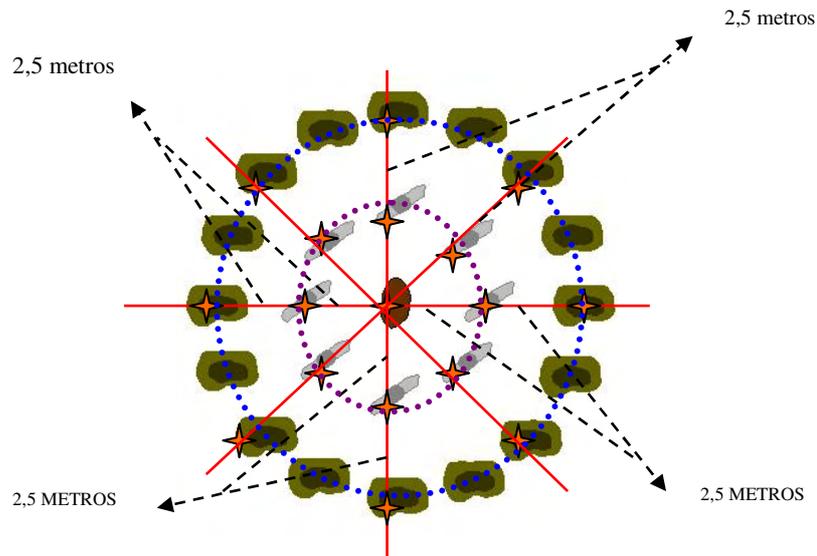


Figura 8 – Ilustração do distanciamento adotado entre sementes para o método de ilhas vegetativas, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

A formação das ilhas por semeadura (Figura 9) obedeceu à mesma configuração das ilhas formadas por meio de mudas. Foram introduzidas sementes de *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado) no centro da ilha, a um raio de dois metros e meio foram introduzidas três sementes de *Tabebuia* sp. (ipê) por cova, totalizando oito covas. Para fechar a circunferência mais externa da ilha, a dois metros e meio das sementes de ipê foram plantadas três sementes de *Magonia pubescens* (tingui) por cova, fechando a circunferência com dezesseis covas.

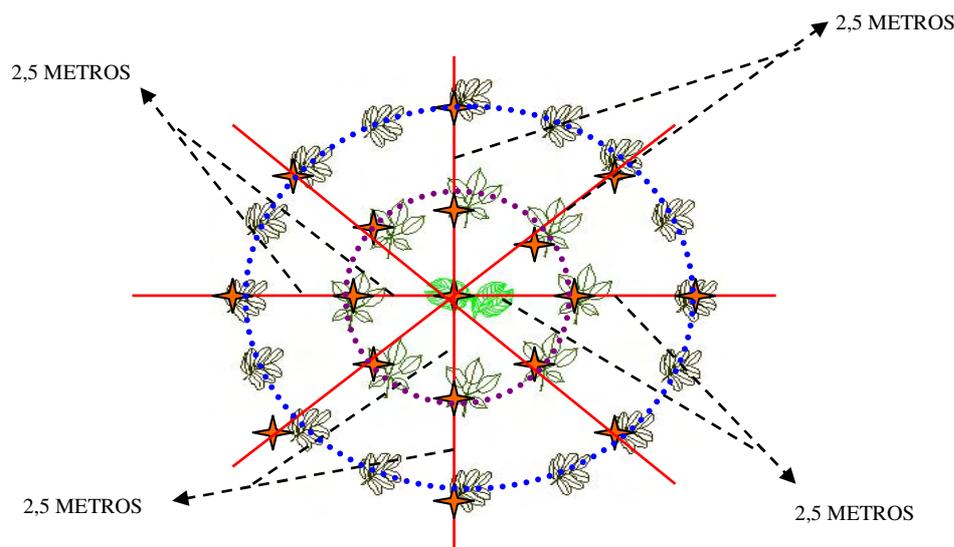


Figura 9 Ilustração do raio adotado entre espécies utilizadas para instalação do método de ilhas vegetativas, com mudas, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

4.1.2.3 Serapilheira

O método da serapilheira contempla o transporte de material fértil de uma área de vegetação ripária estável para a área de estudo. Este método objetiva a restauração do solo, componente de grande importância no ecossistema, responsável pela sustentação da vegetação. Através da transposição do solo são reintroduzidas populações de diversas espécies de micro, meso e macro fauna/flora do solo, importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilidade do solo (REIS et al., 2003).

O plantio em serapilheira consistiu na coleta de material fértil originário de mata de galeria localizado a quatro quilômetros da área experimental. A definição do local de implantação dos blocos foi o primeiro passo para a introdução do método. Uma vez definida a localização foi registrada a distância da margem do reservatório até o local de implantação do método. A distância medida foi também observada como distância da margem do corpo hídrico para o local de coleta da serapilheira, objetivando, teoricamente, a manutenção do mesmo nível do lençol freático, tanto da área de coleta quanto para a área de destino do material fértil. Os blocos foram delineados e implantados com um metro de comprimento por meio metro de largura e um metro de distância entre si (Figura 10).

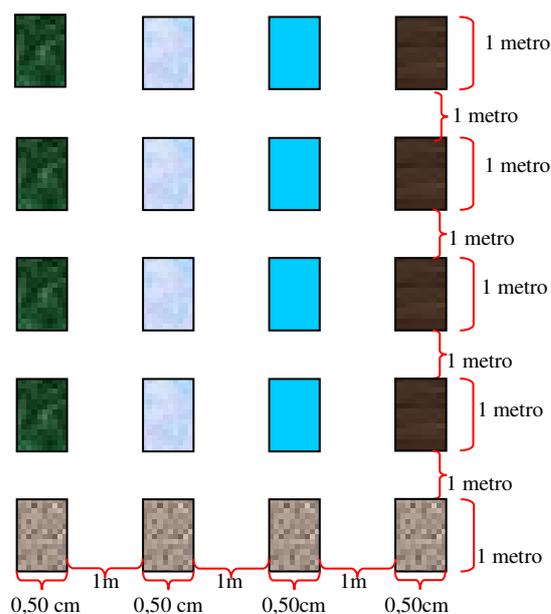


Figura 10 Ilustração das distâncias adotadas entre as parcelas utilizadas para o método da serapilheira, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

Na área utilizada como área de empréstimo foram delimitadas 12 parcelas de 0,50 cm por 1,00m, com distância entre si de 1,00m e distantes 8 metros do córrego mais próximo. Nos blocos, pré-definidos foi coletado todo o material que se encontrava na superfície (material solto) além de 15 cm de solo, transportados separadamente. Nos blocos de destino, que já se encontravam implantados na área experimental, foram utilizadas folhas de madeirite para fechar suas laterais, evitando o carreamento da serapilheira. A localização das parcelas formadas para disposição do material coletado correspondeu à mesma distância do corpo hídrico em sua origem, ou seja, 8 metros. Foi observada também, a ordem de colocação do material coletado, iniciando com a disposição do solo e por cima deste todo o material solto recolhido. O método da serapilheira correspondeu a um total de vinte parcelas, distribuídas e identificadas na formação de 04 blocos com 05 repetições.

Foi definida uma função para cada bloco implantado. Nos blocos 1 e 2 a inserção de sementes de espécies nativas do Cerrado, no bloco 3 a análise definida foi avaliação de contaminação por meios naturais, espécies que pudessem ser inseridas por meio do vento, animais ou outro meio natural de dispersão de sementes, enquanto que o 4º bloco foi protegido por sombrite e tomado como bloco testemunho, como são descritos, mais detalhadamente, abaixo.

Para uma avaliação do benefício advindo da adição da serapilheira em áreas degradadas, na implantação do experimento foram introduzidas sementes coletadas na região de Palmas, sendo as duas espécies nativas do Cerrado, com incidência, segundo Lorenzi (1998), em vegetação de mata (*Anadenanthera falcata*) e em áreas de transição de floresta latifoliada para cerrado (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.).

No primeiro bloco foram introduzidas 20 sementes da espécie *Jacaranda cuspidifolia* (caroba), distribuídas aleatoriamente, dez sementes sob serapilheira e dez sementes sobre a serapilheira. Da mesma forma, no segundo bloco foram introduzidas, 20 sementes da espécie *Anadenanthera falcata* (angico-do-cerrado), com distribuição aleatória de dez sementes sob serapilheira e dez sementes sobre a serapilheira (Figura 11), com o objetivo de verificar em qual a disposição, a semente tem a sua germinação mais favorecida.



Figura 11 Estrutura adotada para introdução de sementes nas parcelas, utilizadas no método de serapilheira, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

Em todas as repetições do quarto bloco foi empregado sombrite preto de 70%, por possuir uma malha mais fina e proporcionar maior índice de proteção, antes da disposição da serapilheira, evitando que o material fértil tivesse contato com o solo. O sombrite também foi utilizado na parte superior das parcelas como fechamento (Figura 12), no intuito de evitar a contaminação conseqüente da ação do vento, das chuvas, dos animais e insetos.

Tal ação propiciou a posterior comparação entre as espécies germinadas pertencentes somente ao material transportado e acondicionado nos blocos testemunha (4º bloco) com as espécies identificadas no bloco 3, com avaliação da diversidade encontrada por ocasião da possível contaminação observada.



Figura 12 Estrutura adotada para evitar a contaminação do material fértil em parcelas testemunhas, utilizado no método de serapilheira, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

A última repetição de todas as colunas não recebeu serapilheira e nem a proteção com sombrite, sendo assim, definida como testemunha entre as parcelas que receberam serapilheira e a área a ser recuperada (Figura 13). Este arranjo buscou avaliar a capacidade, do solo presente na área experimental, de receber sementes e/ou plântulas, por meios naturais de dispersão (ARRAIS, 2006).

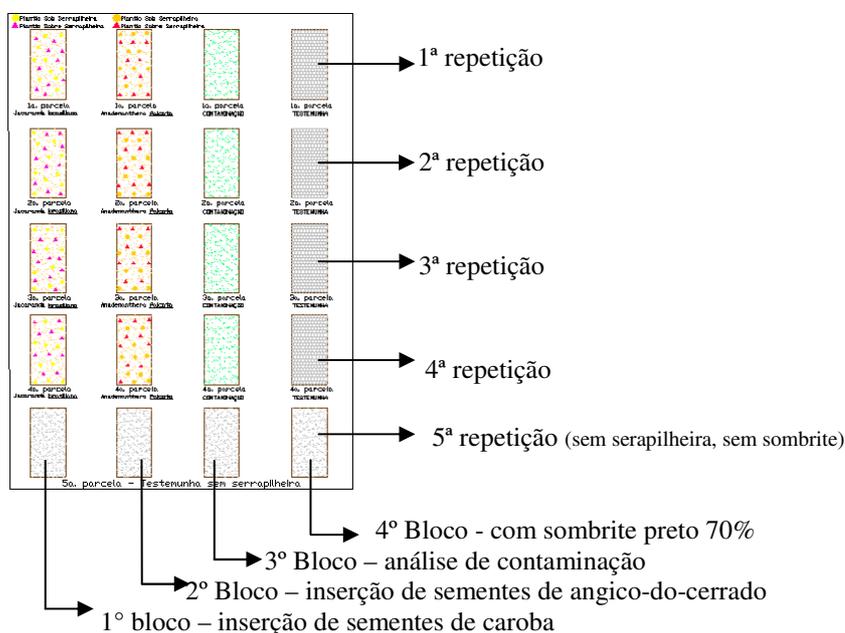


Figura 13 Esquema do método de serapilheira, com identificação dos blocos e repetições consideradas para implantação do método, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

4.1.2.4 Plantio Direto

O plantio direto consiste na introdução de mudas no campo, com distância igual entre todas as mudas. Contribui para a melhoria da qualidade e proteção das bordas do fragmento com a instalação de uma zona tampão em seu entorno (LAURANCE et al., 1997).

Plantio Direto em Zig-Zag

O método foi implantado a 50 cm, do lado externo da cerca de proteção entre o Campus da Universidade e do lago da UHE Luís Eduardo Magalhães. O espaçamento utilizado foi de 2 metros em zig-zag, configurando uma adaptação do método plantio direto.

A espécie utilizada foi o *Inga* sp. (Figura 14), devido às características do local, que por se encontrar muito próximo ao lago apresentava excesso de umidade e uma grande quantidade de areia (material carreado pela água).



Figura 14 Registro da espécie *Inga* sp. utilizada na implantação do método plantio em zig-zag, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

Foram utilizadas 40 mudas divididas em duas formas de plantio: 20 mudas receberam a adição de fertilizante N-P-K 4:14:8 e solo, enquanto que as outras 20 mudas foram plantadas sem adição de solo ou fertilizante (Figura 15). A utilização e não utilização de solo e fertilizante no plantio do *Inga sp.*, buscou avaliar a necessidade ou mesmo uma possível resistência da espécie à adição de fertilizante.

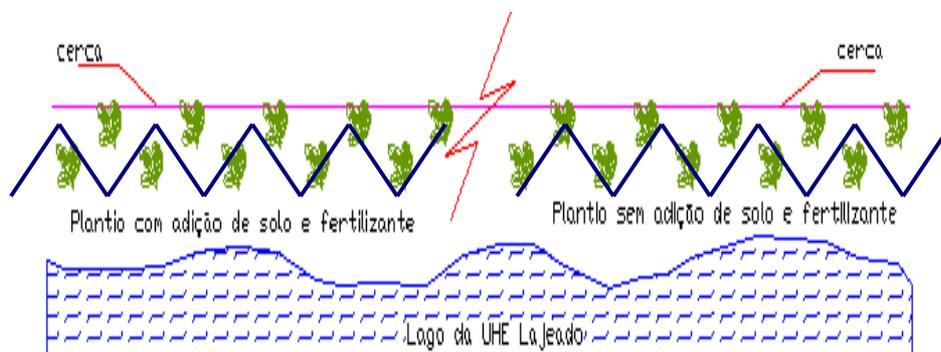


Figura 15 Esquema do plantio em zig-zag, utilizando a espécie *Inga sp* (ingá) para implantação do método, localizado na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

4.1.2.5. Método de Enriquecimento Aplicado na Área

Foi dado prosseguimento aos testes por meio da utilização de outras espécies, buscando identificar potencial para a revegetação da área em estudo.

1ª Reposição

As espécies escolhidas para reposição em substituição às que não sobreviveram no plantio inicial foram *Genipa americana* L. (jenipapo), *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna), *Inga sp.* (ingá), *Mauritia flexuosa* L. f. (buriti) (Figura 16).

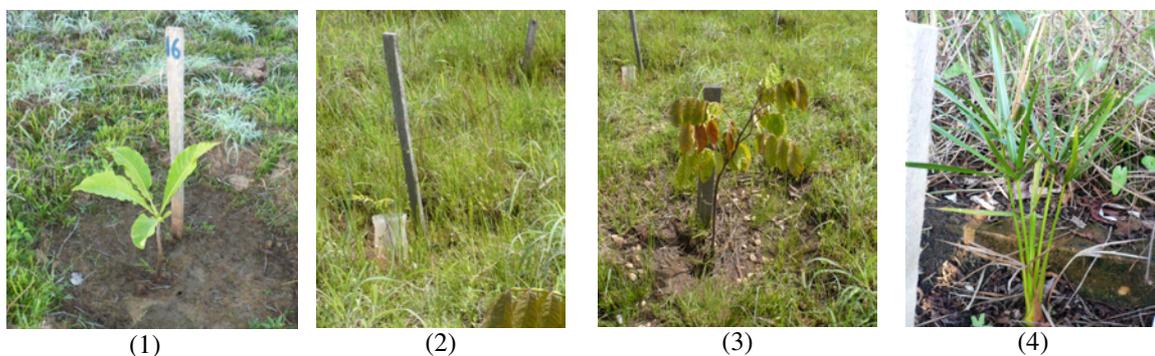


Figura 16 (1) *Genipa americana* L. (jenipapo), *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (sibipiruna), *Inga sp.* (ingá), *Mauritia flexuosa* L. f. (buriti), para a primeira reposição em métodos de recuperação de áreas degradadas, localizados na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

As espécies que foram utilizadas na primeira reposição estão discriminadas na Tabela 4.

Tabela 4 Relação das espécies de mudas utilizadas na 1ª reposição realizada em substituição às espécies que não sobreviveram, com especificação de nome científico, nome popular e habitat realizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Palmas-TO.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	FAMÍLIA	HABITAT
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Rubiaceae	Floresta pluvial e semidecídua
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Sibipiruna	Caesalpinoideae	Floresta pluvial Atlântica
<i>Ingá</i> sp.	Ingá	Mimosoideae	Floresta pluvial tropical
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Buriti	Palmae	Brejos

Para as espécies utilizadas na 1ª reposição, também houve registro identificando em qual método as mudas foram utilizadas, além da altura média, por espécie, observada na data do plantio (Tabela 5).

Tabela 5 Relação das espécies de mudas utilizadas na substituição das que não sobreviveram, com especificação de nome científico, método utilizado e altura na data do plantio realizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Palmas-TO.

ESPÉCIE	MÉTODO UTILIZADO	ALTURA
<i>Genipa americana</i> L.	Ilha Vegetativa	0,20 cm
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	Quincôncio 2	0,15 cm
<i>Inga edulis</i> Mart.	Quincôncio 2	0,35 cm
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Plantio Direto	0,20 cm

A introdução das espécies utilizadas na 1ª reposição obedeceu à ordem de marcação e aos métodos anteriormente utilizados no primeiro plantio. Assim, o espaçamento aplicado, nos métodos: quincôncio, ilha vegetativa e plantio direto foram os mesmos utilizados na implantação do experimento.

Por ocasião da necessidade de replantio, no método de planto direto, o plantio foi transferido para a área interna da cerca, devido à dificuldade de acesso. O espaçamento adotado foi mantido em 2,00 metros de distância entre as mudas, como na implantação, porém apresentando uma disposição lado a lado, conforme Figura 17.

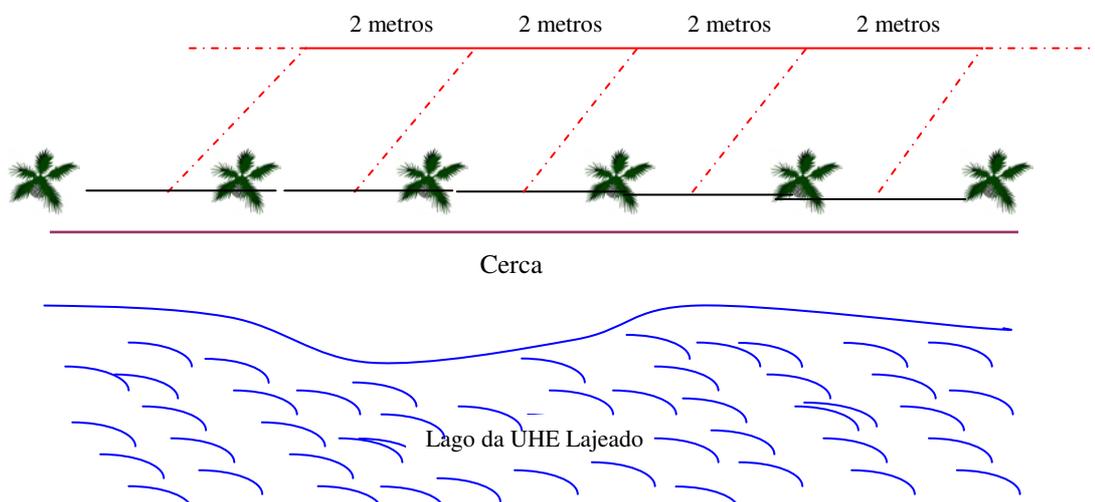


Figura 17 – Distanciamento adotado entre mudas de *Mauritia flexuosa* L. f. (buriti), utilizadas no plantio direto, em área experimental localizada na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

2ª Reposição

As espécies escolhidas para reposição em substituição às que não sobreviveram na 1ª Reposição foram *Calophyllum brasiliensis* Cambess. (landim), *Stryphnodendron adstringes* (Mart.) Coville (barbatimão), *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba) (Figura 18).

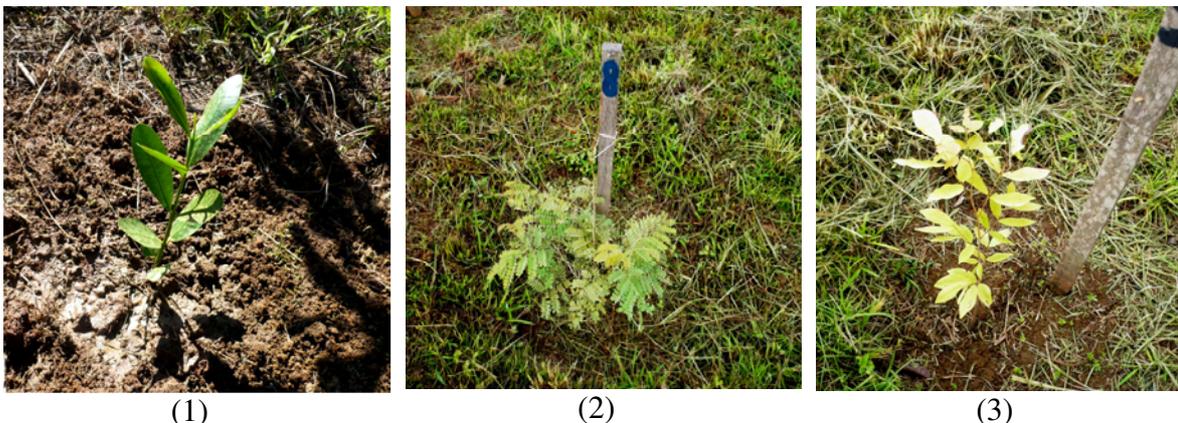


Figura 18 (1) *Calophyllum brasiliensis* Cambess. (landim); (2) *Stryphnodendron adstringes* (Mart.) Coville (barbatimão) e (3) *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba), para segunda reposição em métodos de recuperação de áreas degradadas, localizados na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

As espécies que foram utilizadas na segunda reposição estão discriminadas na Tabela 6.

Tabela 6 Relação das espécies de mudas utilizadas na segunda reposição realizada em substituição às espécies que não sobreviveram, com especificação de nome científico, nome popular e habitat realizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Palmas-TO.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	FAMÍLIA	HABITAT
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess.	Landim	Guttiferae	Floresta pluvial Atlântica
<i>Stryphnodendron adstringes</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	Leguminosae-Mimosoideae	Cerrado
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	Leguminosae-Caesalpinoideae	Cerrado/Floresta Latifoliada semidecídua

A exemplo da primeira reposição, as espécies utilizadas na segunda reposição, também recebeu registro, identificando em qual método as mudas foram utilizadas, além da altura média, por espécie, observada na data do plantio (Tabela 7).

Tabela 7 Relação das espécies de mudas utilizadas na segunda reposição realizada em substituição às espécies que não sobreviveram, com especificação de nome científico, nome popular e habitat realizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhães, Palmas-TO.

ESPÉCIE	MÉTODO UTILIZADO	ALTURA
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess.	Quincôncio 2	0,15 cm
<i>Stryphnodendron adstringes</i> (Mart.) Coville	Quincôncio 2	0,18 cm
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Quincôncio 2	0,15 cm

A introdução das espécies utilizadas na segunda reposição obedeceu à ordem de marcação dos métodos anteriormente utilizados na implantação do experimento e na primeira reposição.

4.2. VARIÁVEIS AVALIADAS PARA MEDIR O DESEMPENHO DO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO ADOTADO NA ÁREA

4.2.1 – Medições

Após a implantação dos métodos de recuperação de área degradada, foi definida a metodologia a ser aplicada para avaliação do estabelecimento e desenvolvimento das espécies, que avaliou, também, os procedimentos posteriores à implantação dos métodos, como, por exemplo, o estabelecimento e desenvolvimento das espécies utilizadas para substituir as que não tiveram sucesso.

As mudas foram monitoradas por meio de aferições de sobrevivência e crescimento em altura e em diâmetro. Foram realizadas avaliações mensais de altura e diâmetro à altura do solo (DAS) de todas as mudas, registro de mortalidade e ingresso de novas espécies, durante o período de janeiro a dezembro de 2008. Os valores observados em um mês faziam referência à sobrevivência e crescimento do mês anterior.

Mensalmente todas as espécies implantadas nos métodos do quincênio, ilhas vegetativas e plantio direto foram submetidos à medição de diâmetro tomada ao nível do solo (DAS), utilizando paquímetro digital com precisão em milímetros e altura foi mensurada com uma trena graduada em centímetros, iniciando na base do caule até a gema apical. Na oportunidade também foram identificados registros de mortalidade, além de ocorrências de entrada de espécies introduzidas naturalmente dentro dos limites da área experimental.

Os equipamentos utilizados nas medições foram um paquímetro digital marca UTUSTOOLS Professional com precisão de 0,02mm e um paquímetro analógico da marca MITUTOYO com precisão de 0,05 mm, utilizado nos períodos de alagamento, trena ALCOMET com 30 metros e máquina fotográfica digital marca LUMIX com resolução de 7,2 megapixels.

4.3 – ANÁLISE DOS DADOS

4.3.1 Sobrevivência e Crescimento

A avaliação da sobrevivência e do crescimento das espécies observou dois enfoques principais, uma análise das variáveis no final do período de 12 meses e outra por meio das aferições registradas no decorrer do ano.

Para a abordagem das variáveis registradas no final do período de 12 meses a avaliação foi realizada por meio do índice de sobrevivência (is), dado pela equação:

$$IS = (N_j/N) \times 100 = ((N-N_m)/N) \times 100, \quad \text{onde:}$$

N = número de indivíduos plantados de uma espécie;

N_j = número de indivíduos sobreviventes da espécie em dezembro de 2008;

N_m = número de indivíduos mortos da espécie para o mesmo período.

Já a avaliação do crescimento das espécies foi avaliada pelo incremento médio anual (IMA), índice que representa a média dos incrementos anuais dos indivíduos – diferença entre o valor registrado para altura ou diâmetro em dezembro de 2008 e em janeiro de 2008. Não sendo incluídas no cálculo do IMA as espécies que morreram durante o período de monitoramento.

De acordo com Rodrigues e Gandolfi (2000), os indicadores de avaliação e monitoramento de áreas degradadas variam de acordo com a situação-problema. A pesquisa quantitativa, com cálculos estatísticos e comparações entre blocos com repetições de um mesmo seguimento com variáveis de tratamento ou de localização, normalmente se mostra apropriada quando existe a possibilidade de medidas quantificáveis de variáveis e inferências a partir de amostras de uma população. Esse tipo de pesquisa usa medidas numéricas para testar constructos científicos e hipóteses, ou busca padrões numéricos relacionados a conceitos cotidianos (DIAS, 1999). Assim, tomando como base Miles e Huberman (1984), o presente estudo se utilizou da pesquisa qualitativa, uma vez que os métodos utilizados foram identificados com métodos padronizados, com busca de possíveis explicações, configurações e fluxos de causa e efeito, sendo seguido de verificação por meio de medidas simplificadas e novamente retornando às anotações de campo e à literatura em busca de um conjunto de dados que replicasse ou confirmasse os

dados observados em um outro conjunto de dados ou mesmo chamando atenção para fatos ainda não discutidos na literatura.

4.3.2 – Análise da Qualidade da Água

A coleta do material a ser analisado e sua análise ocorreram no mês de outubro de 2008. A análise foi realizada no laboratório de geoquímica da Universidade de Brasília - UnB, tendo como objetivo identificar alterações que pudessem estar comprometendo o estabelecimento das mudas no campo.

As amostras coletadas consistiram em uma porção que correspondeu a um litro de água coletada na parte superficial e um litro de água coletado na parte subterrânea. Foram utilizadas duas garrafas de água mineral limpas e sem nenhuma utilização secundária.

Para a coleta da amostra superficial foram tomadas as precauções de se evitar que o recipiente entrasse em contato com o solo ou vegetação presente, visando prevenir uma possível influência externa no resultado da análise. Para a coleta da água subterrânea foi aberta uma cova de 50 cm de profundidade por 40 cm de diâmetro, observando o cuidado para que o solo não destorroasse ou outro tipo de material entrasse em contato com a água a ser coletada, podendo vir a comprometer o resultado da análise.

As amostras, superficial e subterrânea, foram coletadas no primeiro horário do dia e foram acondicionadas imediatamente em caixa de isopor vedada e envoltas em cubos de gelo, buscando preservar ao máximo as características do material coletado, em razão do deslocamento e distância do ponto de coleta para o local da análise. O período de acondicionamento do material entre a hora da coleta das amostras e sua entrega para análise foi de 30 horas.

4.3.3 Avaliação do Encharcamento da Área

O registro da altura das mudas que sofreram influência direta da lâmina d'água foi realizado com o uso de uma trena graduada em centímetros. Foi observada a variação da altura da lâmina d'água, presente acima da superfície do solo, bem como, do período em que as mudas ficaram expostas ao contato (Figura 19).



Figura 19 Partes da área experimental com identificação de encharcamento em período chuvoso, localizadas na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

4.3.4. Análise do Solo

As amostras de solo enviadas para análise foram coletadas em 14 de abril de 2009 e enviadas para o laboratório agropecuário, localizada em Palmas-TO. O material foi coletado de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997) (Figura 20). Para a avaliação da fertilidade do solo foram coletadas amostras compostas representativas da área em estudo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, e posteriormente encaminhadas ao laboratório, para análise, na mesma data de sua coleta.



Figura 20 Processo de coleta de amostras de solo, realizada em abril de 2009, na área experimental, localizada na Universidade Federal do Tocantins – UFT.

A análise realizada em 2009 foi comparada com uma coleta de solo realizada na mesma área e ocorrida em 03 de junho de 2004. A metodologia utilizada em 2004 foi a indicada

pela recomendação da EMBRAPA (1997), porém a coleta se restringiu a profundidade de 0 a 20 cm, sendo sua análise realizada no mesmo.

4.3.5. Análise de sucessão

A análise comparativa do conjunto dos métodos implantados, do estabelecimento das espécies, do nível de recobrimento do solo, da presença de micro, meso e macro fauna e avifauna, observação do desenvolvimento, mortalidade das espécies implantadas e ingresso de espécies introduzidas por ocasião dos meios naturais de dispersão, fornecem subsídios necessários para que se possa observar que foi iniciado ou não o processo de sucessão ecológica na área de estudo.

Para a verificação do processo de sucessão ecológica foi utilizada a metodologia de Inventário Florestal, adaptada de Felfili e Rezende (2003). Por se tratar de uma área onde 90% das espécies existentes foram introduzidas para o presente estudo, foi realizada identificação das espécies introduzidas naturalmente, através de chuva de sementes ou dispersão biótica e/ou abiótica.

Segundo Felfili e Rezende (2003), a definição das parcelas para Inventário Florestal necessita que sejam observadas características como tamanho e número de unidades amostrais. É necessário observar parâmetros básicos, como: englobar variações florísticas e estruturais da vegetação em unidades não muito grandes, para não dificultar a existência de repetição; e nem muito pequena, pois não atenderia à necessidade de registrar variações florístico-estrutural da vegetação.

Com este entendimento, verificou-se que a estratificação da área em unidades amostrais corresponderia praticamente à divisão realizada para implantação dos métodos de recuperação de área degradada, não atendendo ao princípio básico do inventário.

Da mesma forma, índices de diversidade, referem-se ao número de espécies e suas abundâncias em uma comunidade ou habitat, com a finalidade de distinguir as diversidades encontradas em uma paisagem ou região com mistura de habitats (Whitaker, 1960, 1977).

A diversidade presente na área é representada pelas espécies que foram introduzidas para o presente estudo, com o diferencial de poucos indivíduos isolados que iniciam, por meio natural, a colonização do meio.

4.3.6 Operações Silviculturais

A manutenção do coroamento foi realizada de dois em dois meses e consistiu na remoção do capim emergente evitando o sufocamento das espécies de interesse. O coroamento realizado, observou o diâmetro médio de 80cm e aconteceu concomitantemente à ação de rebaixamento do capim, e para tanto foi utilizada uma roçadeira.

Apesar da ocorrência de *Cornitermes cumulans* (cupins de pastagem) e *Atta* sp. (formigas cortadeiras) (figura 21) em número considerável, principalmente no período chuvoso, não foi adotada nenhuma forma de controle, uma vez que a proposta do trabalho consistiu em observar o comportamento das espécies com o mínimo de intervenção.

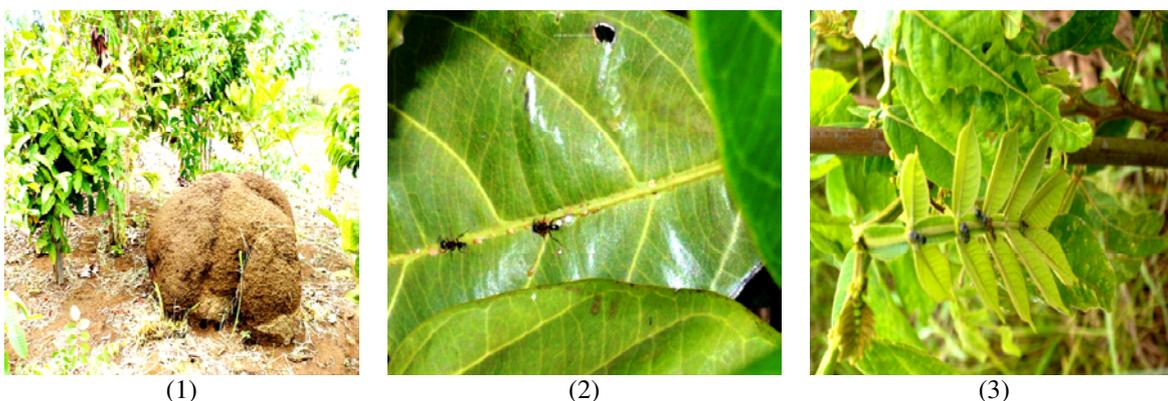


Figura 21 (1) *Cornitermes cumulans* (cupins de pastagem) e (2 e 3) *Atta* sp. (formigas cortadeiras), na área experimental localizada na Universidade Federal do Tocantins – UFT.