



DISSERTAÇÃO

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE
LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS EM
VÁRZEA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE
DRENAGEM NA REGENERAÇÃO DE
MATAS CILIARES**

JOSÉ VENICIUS DE SOUSA

Campinas, SP

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

INSTITUTO AGRONÔMICO

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
TROPICAL E SUBTROPICAL**

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS NATIVAS
EM VÁRZEA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE DRENAGEM NA
REGENERAÇÃO DE MATAS CILIARES**

JOSÉ VENICIUS DE SOUSA

ORIENTADOR: EMÍLIO SAKAI

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Agricultura Tropical e Subtropical Área de Concentração Gestão de Recursos Agroambientais.

Campinas, SP

Abril 2008

Aos meus queridos pais: Francisco
(*in memoriam*) e Conceição, que sempre
apoiaram com muito estímulo e efetiva
colaboração nos estudos dos filhos.

DEDICO

A todos que colaboraram,
direta ou indiretamente,
para a realização deste
trabalho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Agradeço a Deus pelos momentos felizes, vivenciados com alunos e mestres, durante o curso, nesta seleta instituição de pesquisa e ensino.
- Agradeço ao meu orientador, Dr. Emílio Sakai, pela orientação, pelos grandes momentos de aprendizagem, amizade, atenção e paciência nos momentos mais difíceis no decorrer do curso.
- Aos professores que fizeram parte da banca de qualificação, assim como aos componentes da banca examinadora, Dr. Flavio Bussmeyer Arruda e Dr. Miguel Angel Isaac Toledo Del Pino, pela motivação, paciência, presteza, leituras críticas e contribuições.
- Aos meus colegas de mestrado, pois foram momentos que convivemos juntos, num mesmo percurso, participando de momentos alegres e difíceis, entre avanços e recuos, equívocos e acertos
- Às bibliotecárias pela atenção e motivação no atendimento, assim como pela presteza com que tratam os alunos e a dedicação com que cuidam do acervo.
- Aos meus filhos, Thais, Tatiane, Tobias e a minha esposa Marisa, que nos momentos difíceis, não faltaram os incentivos e motivações.
- Aos funcionários da Pós-Graduação do Instituto Agronômico de Campinas pela paciência e dedicação com os alunos durante o curso.
- Aos professores do curso, que sem dúvida alguma colaboraram muito com crescimento humano e profissional.
- Aos professores, funcionários e alunos da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes que colaboraram com a instalação e manutenção do projeto de pesquisa, assim como aqueles que ajudaram nas coletas de dados.
- Ao professor Carlos Magno e aos responsáveis pelo viveiro de mudas nativas da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, Aroldo e Laércio, que sempre foram prestativos, auxiliando no monitoramento do projeto e no fornecimento de mudas.
- Às secretárias do curso de Pós-Graduação pela dedicação e presteza nos atendimentos rotineiros que sem os quais não seria possível a conclusão do curso.
- Enfim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Atividades Antrópicas	03
2.2 Impactos nas Comunidades Vegetais	04
2.3 Drenagem e excesso hídrico	06
2.4 Tolerância da planta à hipoxia e a anoxia.....	07
2.5 Compactação, adensamento e condutividade hidráulica	09
2.6 Fatores Ambientais	13
2.7 Estrutura das Comunidades Vegetais	14
2.8 Matas Ciliares no Sul de Minas	16
2.9 Sucessão Ecológica	19
2.10 Caracterização das Leguminosas	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Caracterização da área e clima	25
3.2 Solo e fertilidade	27
3.3 Plantas leguminosas nativas	35
3.4 Delineamento e condições experimentais	37
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	40
4.1 Condições ambientais durante o experimento	40
4.2 Condutividade hídrica do solo saturado	43
4.3 Desenvolvimento das leguminosas.....	43
4.4 Comportamento das espécies nos tratamentos	49
5. CONCLUSÕES	62
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	63
7. ANEXOS	74
7. 1 Anexo 1	74

SOUSA, José Venicius. **Desenvolvimento inicial de leguminosas arbóreas nativas em várzea sob diferentes condições de drenagem na regeneração de matas ciliares.** 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) – Pós-Graduação – IAC.

RESUMO

O uso de mudas nativas em projetos técnicos de reconstituição da flora nem sempre atinge resultados satisfatório, principalmente quando se refere a área de várzea sujeitas a inundações periódicas, agravadas por solos com péssimas condições de drenagem. A grande diversidade de espécies e de usos das leguminosas, aliadas ao importante papel que estas plantas exercem na incorporação e suprimentos de nitrogênio nos ecossistemas, faz com que sua inserção em programas e projetos técnicos de revegetação de matas ciliares proporcione vantagens adicionais àquelas normalmente obtidas com plantas de outras famílias botânicas. O objetivo do presente trabalho foi de avaliar e comparar o desenvolvimento inicial de leguminosas nativas arbóreas em várzea sob diferentes condições de drenagem na regeneração de matas ciliares, assim como avaliar a resistência e capacidade de rebrote das plantas a inundações rápidas. Para tanto, foi instalado um experimento em áreas de várzea sob diferentes condições de drenagem natural na fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, estado de Minas Gerais, Brasil. O solo foi classificado como Planossolo hidromórfico eutrófico, de textura argilosa, ocupando na paisagem posição fisiográfica de várzea, susceptível a inundações rápidas. O delineamento experimental foram blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: solos com boa drenagem (BD); solos com regular drenagem (RD); solos com má drenagem (MD); e solos com péssima drenagem (PD). As mudas foram plantadas todas com a mesma altura (0,3 m), utilizando o mesmo substrato e mesmo tamanho de covas, 0,30 x 0,30 x 0,30 m, com apenas dois litros de esterco de curral curtido por cova, uma vez que a área, de acordo com análise de solo, apresentou boa fertilidade. O estudo comparativo e avaliativo das espécies foi de janeiro de 2006 a janeiro de 2007. As espécies estudadas na fase inicial de desenvolvimento foram: *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca), *Cassia ferruginea* Schard (canafístola), *Copaifera langsdorffii* Desf (óleo-de-copaíba), *Erythrina falcata* Benth (moxoco-vermelho), *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl (feijão-cru), *Platycyamus regnellii* Benth (pau-pereira), *Acacia polyphylla* DC (monjoleiro), *Inga*

vera Wild (ingá-comum), *Piptadenia gonoacantha* Macbr (pau-jacaré). Foram avaliados os desenvolvimentos iniciais das nove espécies de leguminosas, resistência a períodos de inundação e a capacidade de rebrote em diferentes tratamentos de drenagem natural. Constatou-se que as espécies óleo-de-copaíba, canafístula e pau-pereira apresentaram crescimento inicial lento nos tratamentos BD e RD e um crescimento extremamente lento nos tratamentos MD e PD. As espécies pata-de-vaca, ingá-comum, moxoco-vermelho apresentaram um crescimento rápido nos tratamentos BD e RD e um crescimento lento nos tratamentos MD e PD. As espécies pau-jacaré, feijão-cru e monjoleiro apresentaram um crescimento muito rápido nos tratamentos BD e RD e um crescimento rápido nos tratamentos MD e PD. Quanto à resistência ao encharcamento e períodos rápidos de inundações, espécies como monjoleiro, feijão-cru e ingá-comum as suportaram. Espécies como pata-de-vaca e pau-jacaré suportaram encharcamento, mas não às inundações. Espécies como canafístula, óleo-de-copaíba e pau-pereira não suportaram ao encharcamento e nem às inundações. Apenas o monjoleiro e o moxoco-vermelho apresentaram capacidade de rebrote.

Palavras Chave: Lençol freático, mudas, inundações, drenagem, seleção de espécies.

SOUSA, José Venícius. **Initial development of native legume trees under different conditions of lowland natural drainage in the regeneration of riparian areas.** 2008. 80 f. (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais). Pós-graduação - IAC

ABSTRACT

The use of native seedling in technical projects of flora reconstitution does not always reach satisfactory results, especially when it relates to holm soil areas liable to periodic floodings aggravated by poor drainage soil conditions. The great diversity of species and use of legume plants combined to the important action of nitrogen incorporation in an ecosystems makes its insertion in technical programs of revegetation of riparian forests with additional advantages to those gotten normally with plants of other botanical families. With the objective to compare and evaluate the inicial native legume trees development in holm soil areas under different conditions of drainage in riparian forests regeneration as well as resistance to fast floodings and resprouting capacity, experiments had been installed in fertile holm areas under different conditions of drainage in the fertile valley at the Technical School of Inconfidents farm in Minas Gerais, Brasil. The soil type is Eutrophic Hydromorphic Planosol, with clay texture, the lay in the landscape fisiografic fertile valley position and suceptível fast floatings, with variable level of high water table, with the possibility to occur fast floodings in the rainy period. The experiment was setup in a randomized blocks with fours treatments and fours replications. The treatments were: soils with best drainage (BD); soils with regular drainage (RD); soils with middle to bad drainage (MD); and soils with very poor drainage (PD). The seedlings had all been planted with the same height (0,30 m), using the same substrat and size, pits with the same dimension (0.30 x 0.30 x 0.30 m), with only two liters of tanned corral manure per hole, since the area, in accordance to the analysis of the soil, presented good fertility. The study was carried out from January of 2006 to January of 2007. The studied species in the initial phase of the development were: *Bauhinia fortificata* Link (pata-de-vaca), *Cassia ferruginea* Schard (canafistola), *Copaifera langsdorffii* Desf (óleo-de-copaíba), *Erythrina falcata* Benth (moxoco-vermelho), *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl (feijão-cru), *Platycyamus regnellii* Benth (pau-pereira), *Acacia polyphylla* DC (monjoleiro), *Inga vera* Wild (ingá-comum), *Piptadenia gonoacantha* Macbr (pau-jacaré). Initial development of the nine species were evaluated to periodic flooding resistance and resprouting capacity for several

situations of natural drainage. It was evidenced that copaíba, canafistula e pau-pereira had presented slow initial growth in BD and RD treatments and a extremely slow growth in MD and PD treatments. Pata-de-vaca, ingá-comum e moxoco-vermelho had presented fast growth in BD and RD treatments and slow growth in MD and PD treatments. Pau-jacaré, feijão-cru e monjoleiro had presented very fast growth in BD and RD treatments and fast growth in MD and PD treatments. Monjoleiro, feijão-cru and ingá-comum had supported waterlogging and fast flooding periods. Pata-de-vaca e pau-jacaré had supported waterlogging but not floodings. Canafistula, óleo-de-copaiba and pau-pereira had not supported waterlogging nor floodings. Monjoleiro and moxoco-vermelho had been the only ones that presented resprouting capacity.

Key words: water table, seedling, floods, waterlogging, drainage, species election.

1 INTRODUÇÃO

A maior parte das florestas, européias temperadas foram erradicadas ainda na idade Média. Tal modelo de ocupação de solo estendeu-se aos países colonizados, entre eles o Brasil. O primeiro ciclo econômico ocorrido em nosso país foi a extração predatória do Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*) na Floresta Atlântica, que levou à quase extinção desta espécie. A Floresta Atlântica foi a que mais sofreu com os efeitos da ocupação extrativista e agropastoril, restando hoje algo em torno de 5% a 7% da cobertura original, boa parte das áreas legalmente protegidas, tais como parques e reservas. Empreendimentos imobiliários, exploração ilegal de madeira e de outras espécies de valor econômico como o palmito (*Euterpe edulis*), bem como a mineração tem ameaçado fragmentos restantes da Floresta Atlântica (BERG, 2000). Outras formações vegetais (ecossistemas) estão sofrendo com a ocupação humana, destacando-se as áreas de Cerrado e Floresta Amazônica, que estão sendo rapidamente convertidas em áreas agrícolas ou formação de pastagens.

Muito destas áreas desmatadas foram matas ciliares que protegiam as margens dos rios e de outros corpos d'água, que evitava o assoreamento, regularizava a vazão dos rios além de servirem de abrigo e fonte de alimento para a fauna. A legislação ambiental em vigor prevê a preservação e a recuperação das matas ciliares e das nascentes. Todavia os trabalhos e projetos de recomposição florestal têm esbarrado na pouca ou inexistência de informações técnicas sobre o assunto, principalmente quanto às espécies a serem plantadas em determinadas regiões.

A grande diversidade de espécies de leguminosas, aliadas ao importante papel que estas plantas exercem na incorporação e suprimento de nitrogênio nos ecossistemas, faz com que sua inserção em programas de revegetação das matas ciliares proporcione vantagens adicionais àquelas normalmente obtidas com plantas de outras famílias botânicas. É, portanto, fundamental e indispensável a necessidade de inserir plantas leguminosas, preferencialmente as nativas, em qualquer tentativa de recomposição de vegetação ciliar (SIQUEIRA et al., 1995).

No sul de Minas Gerais, em muitas matas ciliares remanescente, pode-se observar a interação das leguminosas com a fauna (peixes, mamíferos, insetos e pássaros), quando da disponibilidade de frutos de ingá, jatobá e óleo de copaíba entre outras.

As plantas leguminosas, devido à ampla diversidade de espécies, versatilidade de

uso potencial e ao seu papel na dinâmica dos ecossistemas, especialmente no tocante ao suplemento de nitrogênio, apresentam enorme potencial na revegetação de matas ciliares, razão pela qual vêm sendo sistematicamente inseridas em projetos técnicos ambientais.

Muito se tem discutido sobre a necessidade de recomposição das matas ciliares que outrora protegiam as margens dos corpos d'água, resguardando a diversidade das espécies e a representatividade de suas populações. No entanto, apesar da conscientização por parte dos órgãos ambientais, a recomposição das matas ciliares no Sul de Minas Gerais e São Paulo é um processo muito lento, onde a grande maioria dos rios perdeu as matas ciliares e muitos projetos nem sempre são bem sucedidos.

A eficiência de projetos de reflorestamentos com espécies nativas, em especial no sul de Minas e São Paulo, envolvem questões ambientais, legislação, planejamento e necessitam o estabelecimento de parâmetros ambientais, capazes de produzir reflorestamentos de qualidade, procurando garantir a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade das florestas implantadas.

Áreas degradadas, com mata ciliar devastada, são muito comuns no Sul de Minas Gerais. Por ser região muito rica em rios, com várzeas apresentando boa fertilidade natural, a atividade antrópica ligada à cultura do arroz, no início do século passado, tinha como meta o desmatamento visando a expansão da fronteira agrícola e “desenvolvimento” a qualquer custo.

Considerando que as matas ciliares são fundamentais para o equilíbrio ambiental, a sua recuperação pode trazer benefícios significativos, tais como: proteção dos rios, nascentes, mananciais, solo, proporcionam abrigo e sustento para a fauna, funcionam como barreiras, reduzindo a propagação de pragas e doenças em culturas agrícolas.

Proteger o meio ambiente não significa impedir o desenvolvimento. O que se faz necessário é promover o desenvolvimento em harmonia com o meio ambiente. A expressão “desenvolvimento sustentável” tomou corpo nas últimas décadas e norteia a ação dos órgãos públicos encarregados da defesa do meio ambiente, no mundo todo.

Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram: avaliar espécies nativas de leguminosas no seu desenvolvimento inicial quanto a diferentes situações de drenagem natural em várzeas; avaliar a capacidade de suporte a períodos de inundações rápidas, a encharcamento e avaliar a capacidade de rebrote das espécies.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Atividade antrópica

O impacto do homem nos ecossistemas data da sua aparição sobre a Terra. Tal como os outros animais, o homem exerceu uma ação sobre as comunidades naturais a que pertence, como depredador e como competidor. Inversamente, adaptou-se às condições oferecidas pelo meio submetendo-se aos imperativos e modificando seu modo de vida em função do clima e do habitat onde se instalara (FORD, 1934; MUNFORD, 1967; VAYDA, 1969). O homem primitivo não dispunha, evidentemente, de uma quantidade de energia mecânica suficientemente grande para que o seu impacto sobre a natureza pudesse ultrapassar certo limite de estreitamente circunscritos. Existe apenas uma diferença de grau tecnológico, entre o cultivador neolítico desflorestando para obter uma clareira e cultivar o solo, e o homem do século XXI que, com toda tecnologia moderna, consegue desmatar grandes áreas em pouco tempo.

Durante muito tempo, porém, o homem só exerceu no meio uma influência limitada, devido à fraca densidade de suas populações, cuja taxa de crescimento se manteve num nível muito baixo durante milênios, e à modéstia dos meios técnicos de que dispunha. Os homens que viviam da caça e da colheita, de um modo geral, modificaram pouco o seu habitat (MEGGIT, 1963). Progressivamente, os homens modificaram, em uma época mais tarde, o seu meio de subsistência, e de simples coletores ou caçadores, passaram a pastores. O impacto dos pastores, incomparavelmente mais profundo que o dos caçadores, traduziu, antes de tudo, por uma regressão do habitat fechado, florestas, em proveito do habitat aberto (MEGGIT, 1963). Numa outra fase, a transformação do habitat se agrava com a tendência do homem em aumentar rapidamente a carga de animais domésticos nos terrenos de pastagens, determinando assim um excesso de pisoteio, que tem conseqüências desastrosas no equilíbrio dos solos e das comunidades biológicas (MONOD, 1990).

O caçador convertido em pastor transformou-se quase imediatamente, e talvez mesmo simultaneamente, em agricultor. Essa nova forma de economia provoca modificações mais consideráveis ainda nos habitat naturais, muito particularmente um desflorestamento em grande escala, primeiro estágio da degradação do solo (FRIES, 1959). Muitos autores parecem admitir que a agricultura nasceu sob uma forma mista,

anteriormente ao quinto milênio antes de Cristo, no Oriente Próximo, no “Crescente fértil”, que cerca as planícies da Mesopotâmia e, em seguida, em direção à bacia mediterrânea e à Europa (FRIES, 1959).

Um dos grandes princípios da agricultura primitiva, universalmente adotado nessas regiões, é o da cultura itinerante (*shifting cultivation*), praticada pelos cultivadores nômades. Os solos esgotavam-se rapidamente, e os homens eram obrigados a deslocar-se num ritmo determinado logo que a terra se tornava improdutiva, e o cultivador abandonava o terreno e deslocava-se para recomeçar em outra zona o mesmo ciclo.

2.2 Impactos nas Comunidades Vegetais

Os impactos causados pelas atividades antrópicas sobre as comunidades vegetais podem ser extremamente variáveis. O impacto mais drástico, logicamente, corresponde à completa ou parcial eliminação das comunidades vegetais. Áreas extensas de florestas são reduzidas a pequenos fragmentos descontínuos, sendo as áreas entre os fragmentos ocupados por pastagens ou culturas (BERG, 2002).

Segundo OLIVEIRA et al. (1993), a fragmentação diminui as possibilidades de intercâmbio genético entre as espécies florestais, podendo levar a extinção local de espécies raras, que ocorrem em densidade muito baixas. A fragmentação causa ainda o chamado “efeito-borda”, ou seja, uma área anteriormente localizada no interior da floresta, agora está na sua borda, sendo exposta à intensidade de luz e vento, nunca anteriormente experimentados, afetando inclusive outros fatores como a umidade e a temperatura do ar e do solo. Isto leva à morte de muitas árvores e excessivo crescimento de plantas trepadeiras, que chega a alcançar, às vezes, mais de 100 m para o interior do fragmento.

O efeito da fragmentação florestal, segundo OLIVEIRA et al. (1994), leva à simplificação e homogeneização biótica entre os fragmentos.

Segundo WILCOVE et al. (1986), a fragmentação do habitat é frequentemente definida como o processo pelo qual uma grande área é transformada em pequenas manchas, com área total menor, isoladas por matriz diferente do habitat original. Estas pequenas manchas nem sempre conseguem manter a biodiversidade da mata originária, em razão do efeito borda e das atividades antrópicas.

Estudando fragmentos de matas, LOUZADA et al. (2000), definem matriz como sendo o elemento predominante de paisagem e que permeia todos os demais componentes existentes.

Para BERG (2002), a matriz é o elemento mais abundante da paisagem e que entra em contato com a maioria dos outros componentes da paisagem fragmentada, apresentando assim grande conectividade.

A matriz irá determinar grande parte do grau de isolamento das populações ativas nas manchas de vegetação, pois a movimentação da fauna irá depender em grande escala de quão abrupta são as diferenças entre a matriz e as porções de habitat isoladas (MADER et al., 1990).

O efeito, negativo, da troca de uma matriz florestal por uma matriz de ambiente modificado, tem sido relatado por vários autores, como KLEN (1989); LOVEJOY et al. (1986); KRUESS & TSCHARNTKE (1994).

Segundo BERG et al. (2002), logo após a fragmentação ocorre uma redução quase que imediata da biomassa vegetal nas áreas de borda devido ao aumento da mortalidade das árvores, ligadas às mudanças no microclima e ação do vento.

De acordo com LAURENCE & COCHRANE (2002), a extração de espécies de madeira e outras de interesse econômico, a caça e as queimadas têm efeito sinérgico com a fragmentação florestal, contribuem para a perda de biodiversidade.

Para FAHRIG (2003), no processo de fragmentação estão incluídas a divisão do habitat em manchas separadas e a perda da área do habitat que normalmente, estão associadas a uma série de outras intervenções na floresta.

Em algumas situações o impacto humano não acarreta a total eliminação da comunidade vegetal, mas modifica a sua estrutura. Frequentemente, isto implica na redução da diversidade de espécies, que inclusive é um dos parâmetros mais utilizados como indicativo de impacto ambiental sobre comunidades.

Segundo ALVARENGA & SOUZA (2003), as atividades humanas levam o solo a ter progressiva perda dos seus componentes, resultando numa paulatina queda da fertilidade. A camada de terra erodida pode ser duas vezes mais rica que a camada subsequente para os seguintes nutrientes: nitrogênio, potássio, cálcio e matéria orgânica e cerca de três vezes mais ricas em fósforo, sendo que na enxurrada o elemento encontrado em maior proporção é o cálcio. A perda progressiva de nutrientes e matéria orgânica do solo resulta em índices de produtividade cada vez menor.

2.3 Drenagem e o excesso hídrico

A característica dominante dos solos de várzea é a deficiente drenagem natural, devido à topografia plana e as suas características físicas. GOMES et al. (1992), citam que os principais problemas físicos dos solos de várzea estão relacionados ao dimensionamento de determinados atributos, tais como: alta densidade, baixa porosidade, alta relação microporos em relação aos macroporos, baixa capacidade de armazenamento de água, reduzida condutividade hidráulica, baixa velocidade de infiltração e consistência desfavorável.

O excesso de água no solo produz efeitos anatômicos e morfológicos nas plantas. Para KRIZEK (1992), esses efeitos podem incluir a redução da elongação, clorose, senescência, abscisão das folhas mais baixas, murchamento, hipertrofias, formação de raízes adventícias na porção mais baixa do colmo, formação de lenticelas e aerênquima, enrolamento de folhas e declínio na taxa de crescimento relativo.

Segundo o mesmo autor, o crescimento de raízes também é afetado pelo encharcamento do solo, a elongação é retardada, a formação de raízes secundária é inibida e sob inundação prolongada, as raízes enegrecem, podendo morrer. Sob condições de alagamento, as plantas podem formar espaços aéreos (aerênquima) no córtex das raízes.

De acordo com CRUCIANI (1983), o excesso de água no solo reduz as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera. Assim, condições de drenagem pobre estão sempre acompanhadas de deficiência de oxigênio, o que causa uma redução da respiração e do volume total das raízes, um aumento da resistência no transporte de água e nutrientes na planta e a formação de compostos tóxicos no solo e na planta. Isso causa a morte das células e até a morte das raízes. Os danos sofridos pela planta dependem de sua suscetibilidade às condições adversas do meio.

Para KRIZEK (1992), a extensão de danos do encharcamento do solo depende de vários fatores, incluindo a duração do período de inundação, o estágio de desenvolvimento da planta, a espécie e as condições ambientais, como temperatura e conteúdo de dióxido de carbono, entre outras. O comportamento das plantas com relação ao nível de oxigênio é variável. Em geral, o nível crítico de O_2 varia de 5 a 10 % em volume. O crescimento é limitado quando o espaço poroso do solo com ar é menor que 10 % e a taxa de difusão de oxigênio (TDO) é menor que $0,2 \text{ mg.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$.

Segundo MILLAR (1978), os solos com umidade excessiva apresentam uma

aeração deficiente pelo fato da água passar a ocupar parte da porosidade vazia. Esta falta de aeração afeta significativamente o desenvolvimento das plantas ao reduzir a taxa de oxigênio, cujo nível crítico varia com as espécies.

De acordo com CRUCIANI (1983), para que ocorra a mineralização da matéria orgânica no solo efetuada pelos microorganismos, é necessária uma quantidade apreciável de oxigênio. Sua deficiência, em virtude de aeração deficiente no solo, diminui a atividade microbiana e assim as quantidades de amônia e nitrato. Conseqüentemente, haverá deficiência de nitrogênio em solo mal drenado. Esse mesmo autor relata que a temperatura exerce grande influência em todos os processos biológicos. Solos com excesso de água têm grande capacidade calorífica e assim grande quantidade de calor é necessária para elevar sua temperatura. Por isso, um solo mal drenado é frio e o crescimento da cultura é retardado.

A preocupação imediata da drenagem em áreas úmidas é baixar o teor de umidade das camadas superficiais do solo para permitir a entrada do ar até as raízes e facilitar o transporte de CO₂, produzidos pelo processo respiratório das raízes, dos microorganismos e das reações químicas. Outra finalidade é alterar o balanço de energia no solo e elevar sua temperatura.

2.4 Tolerância das plantas a hipoxia e a anoxia

Nas condições de solos encharcados e inundados a difusão de O₂ se torna muito baixa gerando uma diminuição da concentração deste gás (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1984), e como conseqüência, manifestam-se nas plantas com vários distúrbios em seu metabolismo, reduzindo tanto o crescimento vegetativo como o reprodutivo (KOZLOWSKI, 1984; IREW, 1997). Apesar da intensidade deste estresse, existem varias espécies de plantas, especialmente aquelas mais adaptadas a ambientes alagados, que respondem favoravelmente a uma baixa oxigenação do solo, com a formação de estruturas denominados aerênquimas (KAWASE, 1981; JUSTIN & AMSTRONG, 1987).

A formação de aerênquimas é conhecida como uma das mais importantes adaptações anatômicas pelas quais as plantas passam quando são submetidas à deficiência de oxigênio. Esse tipo de adaptação se desenvolve pela ação de enzimas de degradação ou afrouxamento da parede celular. Aerênquima é uma especialização do

tecido parenquimático em que se desenvolvem grandes espaços intercelulares preenchidos por gases, geralmente interligados, formando uma fase gasosa contínua que se ramifica por todo o tecido (MAUSETH, 1988). Estas estruturas, presente em folhas, pecíolos, caules e raízes surgem por separação (esquizogenia) ou por lise de células (lisigenia), de maneira constitutiva ou em resposta a um estímulo ambiental (SCHUSSLER & LONGSTRETH, 1996), como por déficit de oxigênio causado por compactação do solo (SARQUIS et al., 1991), ou encharcamento do solo (DREW & MORGAN, 1989).

VOESENK et al. (1993), verificaram que o etileno é o principal responsável pelo alongamento do caule em resposta à submersão, resultando no contato da parte aérea com a atmosfera. Esses autores afirmaram que o etileno é produzido continuamente na planta, mas durante o alagamento ele pode ser acumulado em grande quantidade, em razão do seu baixo coeficiente de difusão na água provocando senescência e abscisão precoce das folhas. Produção de raízes adventícias e formação de aerênquimas em plantas cultivadas em solos hidromórficos também são creditadas à elevação nos níveis de etileno nessas plantas (BRADFORD et al., 1980).

Do ponto de vista anatômico, as raízes adventícias diferem internamente das demais raízes por apresentarem uma maior proporção do córtex, redução do sistema de condução além de amplos espaços intercelulares e desenvolvimento de aerênquima. REID & BRADFORD (1984), abordando as causas do enraizamento adventícios, discutiram o possível papel do etileno e das auxinas na determinação destas respostas admitindo um possível controle por complexos de fatores hormonais e nutricionais.

Funcionalmente, as raízes adventícias substituem raízes ocasionalmente mortas durante o alagamento (VARTAPETIAN & JACKSON, 1997), promovem o retorno ao metabolismo aeróbio do sistema radial impedindo a formação de compostos tóxicos por vias fermentativas e auto-envenenamento (LOBO & JOLY, 1995).

Outra adaptação para a aeração que pode ocorrer é a formação de lenticelas. No caso de inundação, quando os caules ficam submersos por um período longo, as lenticelas sofrem hipertrofia na região submersa e acima desta. Isso pode levar a um aumento do tecido de enchimento e dos espaços intercelulares com conseqüente aumento da aeração, como meio de compensar a região submersa (MAZZONI-VIVEIROS & COSTA, 2003).

Diferente dos estômatos, que apresentam um mecanismo de fechamento e abertura que controla a entrada de gases e, conseqüentemente, a perda de água, as

lenticelas não apresentam tal controle. Lenticela é uma estrutura externa do caule, com alguns milímetros de comprimento, constituída de tecido morto (suberizado), e permite a entrada difusa do O₂ para os tecidos vivos, constituídos por células do parênquima no caule. Os estômatos e lenticelas são as estruturas responsáveis pelas trocas gasosas na planta, em partes jovens e partes velhas, respectivamente. Os tecidos nos quais se encontram os estômatos e lenticelas em uma árvore são respectivamente: epiderme e súber.

A formação de lenticelas pode ocorrer concomitantemente com o desenvolvimento da primeira periderme, ou um pouco depois, e o tempo necessário para isso varia conforme as diferentes espécies (MAZZINI-VIVEIROS & COSTA, 2003).

A ocorrência de lenticelas hipertróficas em plantas submetidas ao alagamento é relatada por vários autores (HOOK, 1984; MEDRI & CORREA, 1985; TOPA & MCLEOD et al., 1986; LOBO & JOLY 1995; PIMENTA et al., 1996), os quais sugerem que estas têm papel importante na captação de oxigênio.

2.5 Compactação, Adensamento e Condutividade Hidráulica

O problema de compactação e adensamento do solo é comum em solos de várzea no sul de Minas Gerais, onde, o cultivo de culturas anuais é intensivo, não fazendo pousio e nem rotação de cultura e utilizando sistemas convencionais de manejo do solo que promovem a desagregação excessiva da camada arável, compactando o solo e adensando camadas subsuperficiais.

Os solos de várzea têm sua formação afetada pela deposição de materiais carregados pelo processo erosivo das encostas adjacentes e cursos d'águas e pelo acúmulo de matéria orgânica, o que lhes confere uma grande variabilidade espacial em suas propriedades físico-hídricas (OLIVEIRA et al., 1994). Segundo o mesmo autor, os solos de várzea são normalmente planos, apresentando baixa capacidade de infiltração de água e geralmente, excesso de umidade.

Compactação do solo pode ser definida como um processo dinâmico e gradual, em que ocorre um aumento da densidade (maior massa de solo por unidade de volume) proporcional ao histórico de cargas ou pressões exercidas. Estas são advindas do intenso tráfego, em condições de umidade elevada, de máquinas e implementos agrícolas em consecutivos anos de preparo do solo. Muitas dessas técnicas são frutos de programas

governamentais com baixo nível de planejamento, como foi o PROVÁRZEA para o plantio de arroz.

Em solos compactados ocorrem alterações da estrutura e, conseqüente, decréscimo de disponibilidade de água, nutrientes e de difusão de gases no solo (TAYLOR & BRAR, 1991), cujas relações com o desenvolvimento das raízes são fundamentais.

Pesquisadores têm demonstrado claramente o efeito da compactação e adensamento nas propriedades físicas do solo. O termo compactação do solo refere-se à compressão do solo não saturado, durante o qual ocorre um aumento da densidade, em conseqüência da redução de volume pela expulsão do ar (DIAS JR. & PIERCE, 1996). Adensamento, por sua vez, é o fenômeno de deposição de partículas menores no espaço poroso, devido à desagregação da estrutura física do solo, causando aumento da massa de determinada porção do solo e mantendo constante o volume inicial, o que causa, também, aumento da densidade do solo, porém sem participação direta da pressão. O adensamento do solo acarreta diminuição da macroporosidade e porosidade total, o que implica em aumento da resistência à penetração de raízes na zona radicular.

Segundo QUEIROZ – VOLTAN et al. (2000) em solos compactados as raízes das plantas não utilizam adequadamente os nutrientes disponíveis, uma vez que, o desenvolvimento de novas raízes, responsáveis pela absorção de água e nutrientes fica prejudicado.

A compactação aumenta a densidade e sua resistência mecânica (HILLEL, 1982; MORAIS, 1984), mas diminui a porosidade total, o tamanho e a continuidade dos poros (HILLEL, 1982; MORAIS, 1984; SMUCKER & ERICSON, 1989). Em algumas situações, a compactação do solo tem efeitos benéficos, atribuídos à melhoria do contato solo-semente (SMUCKER & ERICSON, 1989) e ao aumento da disponibilidade de água em anos secos (RAGHAVAN & MICKYES, 1983). Entretanto, a compactação excessiva pode limitar a adsorção e/ou absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição de água, trocas gasosas e desenvolvimento do sistema radicular (SMUCKER & ERICKSON, 1989) resultando em decréscimo da produção, aumento da erosão e da potência necessária para o preparo do solo (SOANE, 1990).

Ocorrem reduções significativas, com a compactação, principalmente no volume de macroporos, enquanto os microporos permanecem praticamente inalterados (HILLEL, 1982). Isto afeta a infiltração de água no solo, que está relacionada diretamente com a macroporosidade. Os macroporos são também importantes para o

crescimento das raízes (WANG et al., 1986) e para o movimento de solutos (BEVEN & GERMANN, 1982).

A compactação do solo e o adensamento são variáveis que influenciam diretamente na condutividade hidráulica do solo. A condutividade hidráulica é, portanto, um parâmetro do solo e traduz a intensidade com que este solo conduz a água, sendo tanto maior quanto mais úmido, atingindo o seu valor máximo na saturação (LIBARDI, 2005). O fluxo de água em solo não saturado, diretamente na região do sistema radicular dos cultivos é relativamente pouco estudado. No entanto, o seu conhecimento é de fundamental importância no entendimento dos processos de infiltração, redistribuição e suprimento de água às culturas (KLEIN, 1998).

As propriedades físicas do solo, como a textura e a estrutura determinam o fluxo de água no solo. Nesse sentido, ELLIES et al. (1997), destacam a importância da funcionalidade do sistema poroso do solo, englobando propriedades tais como: quantidade, tamanho, morfologia, continuidade e orientação dos poros. Todas estas propriedades do espaço poroso, que influenciam a condutividade, podem ser reunidas no termo único “geometria porosa dos solos” (LIBARDI, 2005).

De acordo com TEIXEIRA et al. (2005), o conteúdo de água no solo é uma variável utilizada em estudos que envolvem agricultura, hidrologia e meteorologia, dentre outros. Na agricultura, essa informação é necessária para muitas aplicações que incluem o planejamento da irrigação para o aumento da produção agrícola. Dentro deste contexto, o monitoramento do conteúdo de água torna-se importante para a obtenção, por exemplo, da função da condutividade hidráulica do solo não saturado.

A condutividade hidráulica depende da textura, do arranjo das partículas (estrutura), da dispersão das partículas finas, de sua densidade, e da massa sólida. Do ponto de vista da fluidez, segundo BELTRAN (1986), a condutividade hidráulica depende da fluidez do líquido, que é proporcional à sua viscosidade e densidade.

A condutividade hidráulica (K) do solo não saturado pode ser descrita como uma função $K(\theta)$, onde θ é a unidade volumétrica do solo, que traduz o quanto ele conduz de água em dada umidade. A contribuição que este fluxo pode representar para a região das raízes das plantas é, ainda, mais importante e foi estudado por LIER & LIBARDI (1997), que observaram que uma raiz individual de uma planta de arroz é capaz de retirar água do solo de uma distância de mais de 0,1 m no intervalo de alguns dias.

Os solos argilosos mostram que a condutividade hidráulica sofre pequenos acréscimos quando o solo é drenado (ELMOWELLI & VAN SHILFGAASLE, 1982)

porque há um aumento na atividade biológica, gerando aumento na porosidade estrutural. Nos solos orgânicos, quando é drenado, há decréscimo dos valores de $K(\theta)$, porque há perda de matéria orgânica, que é responsável pela estabilidade estrutural do solo. A subsidência do solo também é outro fator que pode afetar $K(\theta)$ em solos de várzeas.

As três principais propriedades da água que determinam a quantidade e o movimento de água no solo são o potencial matricial, o teor de água e as funções de condutividade hidráulica do solo. O conhecimento das propriedades físico-hídricas do solo é fundamental para entender o processo dinâmico do movimento de água e de solutos no solo. As variáveis mais usadas para descrever o fluxo de água no solo incluem a taxa de infiltração, a condutividade hidráulica e o teor e a tensão de água no solo (WANG et al., 1986). A relação existente entre o teor de água e a energia de retenção caracteriza a curva de retenção de água no solo. Essa relação é uma propriedade fundamental para descrever o processo dinâmico da água e de solutos no solo (WANG et al., 1993), bem como a disponibilidade de água para as plantas.

A capacidade da planta em absorver água do solo para atender a demanda atmosférica por transpiração depende do seu estágio vegetativo, de sua sanidade fisiológica e da força de retenção da água pelo solo que é função da textura e da estrutura do solo. Tem-se usado tradicionalmente o termo “água disponível” (AD) ou intervalo hídrico (IH) para definir a capacidade do solo em reter água entre os limites da capacidade de campo (limite superior) e ponto de murcha permanente na camada de solo explorada pelas raízes da planta de interesse (GOMIDE & SEDYAMA, 1998).

Do total de água absorvido pelas plantas, apenas 1 a 2% correspondem à água envolvida em atividades metabólicas e parte constituinte de seus tecidos. O restante é perdido para atmosfera com a transpiração, portanto, um sistema de monitoramento e controle baseado em medições, em tempo real, de parâmetros ligados ao contínuo solo-planta-atmosfera é fundamental para determinar a necessidade hídrica das plantas (GOMIDE et al., 1998).

É fundamental conhecer a permeabilidade do solo em toda a área problema para melhor definir os setores que precisarão de drenagem diferenciada, bem como para definir o delineamento, principalmente porque a condutividade hidráulica é um parâmetro que intervém no cálculo do espaçamento de drenos (MILLAR, 1978).

2.6 Fatores Ambientais

Os principais fatores ambientais são aqueles ligados ao clima e ao solo. Estes fatores afetam as espécies existentes em um determinado local.

Segundo CLEMENTS (1916), os fatores ambientais em uma determinada área, de certa forma, condicionam o tipo de comunidade vegetal que vai se estabelecer, não de uma maneira determinista, mas devido a espécies bem adaptadas àquelas condições. Assim, é importante conhecer profundamente os fatores ambientais em uma determinada área para se entender as comunidades ali existentes.

Segundo OLIVEIRA FILHO (1994), os principais fatores climáticos são temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, ventos e luz. Obviamente, estes fatores interagem entre se modificam. Em termos de temperatura, é importante analisar não apenas as médias, mas também os valores extremos. Como a ocorrência eventual de geadas em uma determinada região, pode modificar grandemente as comunidades vegetais ali estabelecidas.

Para BERG (2000), o solo influencia as comunidades vegetais, principalmente, por meio de sua composição química (nutrientes e elementos tóxicos), estrutura física, reserva de água e comunidade microbiana. A água disponível no solo para a comunidade vegetal depende da precipitação e distribuição das chuvas ao longo do ano, da presença de macro e microporos no solo que por sua vez depende de estrutura física deste, do relevo e da altura do lençol freático.

Segundo RIBEIRO & WALTER (1998), os elementos químicos que mais influenciam nas comunidades vegetais no Brasil são o alumínio (devido a sua toxidez), freqüentemente contribuindo para diferenciação entre os cerrados e as florestas, e o fósforo (como nutriente), influenciando na distribuição das espécies dentro das diferentes fisionomias florestais e mesmo modificando a fisionomia dos cerrados.

FERREIRA & DIAS JÚNIOR (1997), afirmam que a água move-se no solo sempre que existirem diferenças de potencial total da água, nos diferentes pontos do sistema. A água sempre se movimenta de pontos de maior potencial total para os de menor potencial. O movimento depende de inúmeros fatores, tais como: umidade, textura, porosidade, densidade do solo e declividade do terreno. A infiltração da água no solo é definida como o processo pelo qual a água penetra no solo por meio de sua superfície (LIBARDI, 1995), que atua principalmente no sentido vertical.

Segundo o mesmo autor, a velocidade de entrada d água no solo ocorre em

função do gradiente de potencial hidráulico d água e da condutividade hidráulica na superfície. Os potenciais de água que regem esse movimento são oriundos das forças correspondentes ao potencial matricial, que são aquelas provenientes da interação da água com a matriz porosa, somada com as forças gravitacionais (RICHARD, 1960). O potencial matricial é tanto mais expressivo quanto mais seco o solo estiver. Nos solos muito úmidos, as diferenças de potencial matricial dentro do perfil vão se tornando inexpressivas e o potencial gravitacional tende a predominar sobre o potencial matricial.

Segundo COELHO NETO (1994), a trajetória da água sobre a superfície é mais rápida, tornando-se cada vez mais lenta em profundidade; pode-se dizer que os solos determinam o volume de escoamento da chuva, a sua distribuição espacial e as descargas máximas, tanto em superfície como em subsuperfície.

O solo possui um papel muito importante dentro do ciclo hidrológico, pois o mesmo funciona como reservatório natural de águas para as plantas e atua, também, como agente regulador do escoamento superficial e subsuperficial. As propriedades do solo definem a quantidade de chuva que infiltram e que escoam na superfície do terreno.

O excesso de água no solo reduz as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera. Assim, condições de drenagem pobre estão geralmente acompanhadas de deficiência em oxigênio, o que causa uma redução da respiração e do volume total das raízes. Causa, ainda, um aumento da resistência no transporte de água na planta e a formação de compostos tóxicos no solo e na planta. Isso pode causar a morte das células e das raízes.

2.7 Estrutura das Comunidades Vegetais

Segundo BERG (2000), a estrutura das comunidades vegetais, de uma maneira geral, é dividida em estrutura horizontal e estrutura vertical. A estrutura horizontal corresponde à distribuição espacial das plantas ao longo da área. Normalmente ela é avaliada pela densidade, frequência e dominância. A densidade consiste no número de plantas por unidade de área, geralmente número de plantas por hectare. A frequência é utilizada para medir se as plantas estão bem distribuídas ou não na área. Por exemplo, é possível que em uma determinada área exista um grande número de plantas, mas elas estejam todas concentradas em um determinado ponto, neste caso, teria uma alta densidade, mas uma baixa frequência. Dominância corresponde à massa ou a biomassa existente em uma determinada área. Assim, é possível avaliar a dominância de uma espécie, em toneladas por hectare. No entanto, a forma comum e prática, de estimar a

dominância em vegetação de porte lenhoso é por meio da área basal.

Segundo VELOSO (1991), a estrutura vertical corresponde à estratificação da vegetação do chão até o seu limite superior. Basicamente, três estratos existiriam em uma floresta tropical: as plantas herbáceas, os arbustos, e as árvores. As florestas tropicais, normalmente, possuem uma estrutura vertical muito mais complexa que as florestas temperadas. A diversidade vegetal não é distribuída uniformemente ao longo do globo. Em algumas regiões a diversidade é muito mais alta que em outra. A diversidade pode ser separada em dois componentes: riqueza e equabilidade. A riqueza representa o número de espécies em uma determinada localidade, enquanto que a equabilidade corresponde a uma medida comparativa entre as abundâncias das espécies. Se as espécies em uma determinada área possuem números de indivíduos mais ou menos semelhantes, a equabilidade será alta. No entanto, se a maioria dos indivíduos pertence a uma ou poucas espécies, enquanto que as demais espécies possuem poucos indivíduos, a equabilidade será baixa (STILLIN, 1996).

Uma das características referentes à estrutura de uma comunidade é a estabilidade. Estabilidade envolve dois conceitos independentes, que são utilizados para descrever a resposta da comunidade nos distúrbios ambientais: resistência e resiliência. Estes dois conceitos podem, ou não, estar correlacionados (LOUZADA & SCHINDWEIN, 1997). Resistência é a capacidade de uma comunidade resistir a modificações ambientais e/ou introduções de espécies sem alterar suas características ao longo do tempo. Resiliência é a capacidade de uma comunidade retornar ao estado original ao sofrer um distúrbio.

Existem diferentes maneiras de inferir sobre a estabilidade de uma comunidade. De maneira geral, ecólogos têm utilizado dados de demografia e composição de comunidades como número de espécies, abundâncias de indivíduos e suas densidades. Porém, outras propriedades da comunidade, como a taxa de produção de biomassa, também são úteis para evidenciar aspectos da estabilidade de uma comunidade (BEGON et al., 1996).

A diversidade e a estabilidade de uma comunidade estão interligadas. Os efeitos dos fatores catastróficos podem ser amenizados devido ao elevado número de espécies interagindo, e estes distúrbios não irão produzir um efeito tão drástico nas espécies componentes da comunidade quanto poderiam produzir em espécies isoladas (STILING, 1996). Estudos sobre a caracterização da estrutura dos fatores tropicais são fundamentais, porque permitem um melhor entendimento de seu funcionamento,

contribuindo, assim, para a melhoria do seu manejo. A busca desse entendimento é essencial, principalmente quando se visa a sustentabilidade da produção das florestas, ou seja, o fluxo contínuo de produtos e serviços florestais, minimizando os efeitos indesejáveis sobre o ambiente (JARDIM & SILVA, 2003).

Segundo CARVALHO (2000), a recuperação da estrutura da floresta após a colheita da madeira é lenta, principalmente quando a área é submetida à exploração de alta intensidade. Para LEAL FILHO (2002), um dos grandes obstáculos operacionais para o sucesso do manejo florestal é a regeneração lenta e imprevisível das espécies de valor comercial após a exploração.

Para VELOSO (1991), uma população pode ser definida sinteticamente como um grupo de indivíduos normalmente pertencentes a uma mesma espécie que ocupam determinada área e interagem entre si, freqüentemente trocando material genético. As populações vegetais podem ser estudadas em diferentes níveis: estrutura horizontal (distribuição espacial), estrutura vertical (tamanhos), etária (idade) ou genética (diversidade genotípica). Em relação à reprodução, a estrutura vertical ou de tamanho é muito mais importante que a estrutura etária. Para a planta é mais importante atingir um porte mínimo que reflita o acúmulo de reserva e exposição a melhores condições ambientais (luz, por exemplo), do que atingir uma determinada idade. A estrutura genética de uma população refere-se à diversidade de genótipos e sua abundância dentro das populações.

2.8 Matas Ciliares no Sul de Minas

O sul de Minas é reconhecido como uma das regiões mais ricas em água doce, não só pela qualidade, mas pelo grande número de nascentes. Normalmente, as propriedades rurais apresentam sempre mais de uma nascente. Por outro lado, pouco ou nada tem sido feito para conscientizar os produtores da importância das matas ciliares para proteger e conservar as nascentes e rios. As matas ciliares constituem uma formação florestal típica de áreas restritas ao longo dos cursos d'água, nascentes e em locais sujeitos a inundações temporárias.

Segundo OLIVEIRO & DRUMOND (2002), o termo mata ciliar ou ripária é empregado para designar as florestas que ocorrem nas margens de cursos de água doce. A mata ciliar ocorre 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 ciliar. Encontram-se, também, transições de solo, de vegetação e de um grande gradiente de umidade de solo, que impõem o tipo de vegetação.

Pela sua estratégica localização, essas matas têm vocação de servirem como corredores naturais de ligação entre fragmentos e reservas florestais; exercem papel fundamental na manutenção da qualidade da água, na conservação da biodiversidade e do patrimônio genético da flora e da fauna.

O estado de Minas Gerais possuiu riqueza de formações vegetais das mais destacadas do Brasil, que é explicável por suas diversas condições geológicas, topológicas e climáticas (MELLO BARRETO, 1942). Atualmente, a cobertura vegetal nativa de Minas Gerais está drasticamente reduzida a remanescentes esparsos. As formações florestais, assim como em outros estados brasileiros, não fugiram a essa realidade, que vem ocorrendo desde o período colonial (OLIVEIRA FILHO & MACHADO, 1993).

A partir de 1965, com o Código Florestal Brasileiro, as florestas de galeria foram definidas como florestas de preservação permanente. No entanto, essa tipologia vegetal, no sul de Minas vem sendo continuamente destruída, principalmente, em função das atividades agropecuárias, do aumento da demanda do carvão, da expansão imobiliária e da construção de barragens para usinas hidrelétricas (SALLIS et al., 1994).

A devastação das florestas de galeria tem contribuído para o assoreamento, o aumento da turbidez das águas, o desequilíbrio do regime das cheias, a perda da perenidade e a erosão das margens de grande número de cursos d'água, além do comprometimento da fauna silvestre (OLIVEIRA FILHO et al., 1994).

Para RODRIGUES & LEITÃO FILHO (2000), mata ciliar é conhecida também como floresta ripária ou ribeirinha e as espécies típicas geralmente são bastante tolerantes a inundações, porém necessitam de um período de seca, não suportando o encharcamento constante. Matas de brejo ou florestas paludosas compõem um tipo particular de mata ciliar com algumas características próprias, pois é um tipo de vegetação que se desenvolve em áreas de afloramento de lençol freático, em locais de lenta drenagem, em razão da associação do relevo quase plano com a presença de solos hidromórficos de baixa permeabilidade. Com isso, o piso desse tipo de mata permanece encharcado, praticamente, o ano inteiro permitindo apenas um seletivo grupo de espécies se desenvolve a contento.

Segundo LORENZI (1992), a falta de direcionamento técnico e de

conscientização ecológica na exploração de nossos recursos florestais tem acarretado prejuízos irreparáveis e espécies de grande valor ecológico estão em vias de extinção.

Para LIMA (1989), as matas ciliares no sul de Minas Gerais é um dos ecossistemas mais ameaçados do Estado. Estas matas funcionam como reguladoras do processo erosivo, estabilizando margens, promovendo a ciclagem de nutrientes, impedindo a lixiviação de sedimentos para o corpo d'água, facilitando a interação solo-água-fauna e promovendo a estabilidade térmica dos rios, entre outras funções. Para GIBBS et al., (1980) as matas ripárias, apesar de sua importância, aproximam-se da erradicação em várias partes do país. Segundo OLIVEIRA FILHO et al. (1994), no Sul de Minas Gerais a formação já se encontra reduzida a pequenos fragmentos.

Segundo RODRIGUES & SHEPHERD (1993), as matas ripárias são divididas em permanentemente inundadas ou de brejo, inundada anualmente ou de várzea e mata seca. Para TORRES et al. (1994) as matas de brejo ou florestas paludosas apresentam distribuição naturalmente fragmentada.

Segundo RODRIGUES & NAVE (2001), os fatores que definem a ocorrência de floresta paludosa (fisionomia florestal) ou de campo úmido (fisionomia herbácea) ainda são pouco conhecidos e são muito pouco estudadas no Brasil. As matas de brejo ou florestas paludosas encontram-se restritas aos solos hidromórficos, apresentando espécies capazes de germinar e crescer em condições de saturação hídrica e conseqüente falta de oxigênio (JOLY, 1986).

Segundo TORRES et al. (1994), as pesquisas limitam-se mais ao estado de São Paulo, onde as florestas paludosas encontram-se muito degradadas. Tal situação deve-se repetir em grande parte do país, especialmente em Minas Gerais, onde não há ou pouco se pesquisou em relação a florestas paludosas. Para TORRES et al. (1994), as matas de brejo ocorrem, de modo geral, em pequenas manchas ao redor de nascentes e protegem pequenos cursos d'água, tendo papel fundamental na preservação dos recursos hídricos.

No sul de Minas as matas paludosas são de fundamental importância, sobretudo em áreas ripárias onde é habitat de grande parte da fauna silvestre e quando não fragmentadas constituem corredores ecológicos que são fundamentais no aumento da diversidade das espécies.

Muitas espécies arbóreas são raras nas matas, as vezes ocorrem em número muito baixo por hectare, em razão da eliminação da fauna silvestre que é a grande responsável pela polinização e pela dispersão das espécies arbóreas tropicais.

2.9 Sucessão Ecológica

A sucessão é um processo que envolve mudanças na estrutura das espécies e nos processos da comunidade ao longo do tempo. Resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade e de interações de competição e coexistência em nível de população, ou seja, a sucessão é controlada pela comunidade, muito embora o ambiente físico determine o padrão e a velocidade das mudanças (ODUM, 1986).

Algumas comunidades vegetais permanecem inalteradas, ano após ano, enquanto que outras mudam rapidamente. Por exemplo, uma pequena área de floresta desmatada é rapidamente colonizada pelas árvores remanescentes da sua vizinhança ou uma área de pastagem abandonada, eventualmente, pode dar lugar a uma floresta. Esses movimentos que geram o desenvolvimento do ecossistema constituem a sucessão ecológica. A seqüência de comunidades que se substituem umas às outras, numa dada área, chama-se *sere*; as comunidades relativamente transitórias são denominadas estágios de desenvolvimento ou estádios serais ou estádios pioneiros (ODUM, 1997).

O ecossistema é conduzido para um clímax, que se caracteriza por ter a maior biomassa, as teias alimentares mais complexas e a maior biodiversidade possível para as condições climáticas ou edáficas locais. São estas características que conferem ao bioma sua estabilidade. A comunidade clímax constitui o ponto final da sucessão. Segundo FERNANDES (2000), este processo de substituição seqüencial de espécies ocorre no corpo da comunidade, num gradiente de formas, estrutura e fisionomias. Cada etapa da sucessão é constituída por um ambiente habitado por um grupo de espécies com organização própria. Observa-se também, uma maturação do solo, numa reciprocidade de efeitos climático-edáficos que se manifestam no comportamento fenológico das plantas ajustadas a um sistema estável.

Todos os ecossistemas estão sujeitos a distúrbios naturais ou antrópicos que promovem mudanças em maior ou menor grau. Pode iniciar-se em habitats recém formados (*sucessão primária*) ou em habitats já formados e perturbados (*sucessão secundária*). O tempo necessário para uma sucessão ocorrer de um habitat perturbado até uma comunidade clímax varia com a natureza do clima e a quantidade inicial do solo (TOWNSEND et al., 2006; ODUM, 1997; MARGALEF, 1974).

Segundo RODRIGUES (2005), os principais ambientes onde se desenvolvem as espécies pioneiras são as clareiras naturais e condições de borda da mata. As clareiras que se formam quando caem árvores em uma floresta, por exemplo, geram

oportunidades para o crescimento de muitas espécies de plantas com requisitos de luz relativamente alta. As espécies pioneiras, geralmente têm lenhos leve e efêmero e são caracterizadas por apresentarem folhagem em múltiplas camadas e crescimento rápido, por estarem em condições de insolação. As espécies climácicas, ou as árvores dominantes dos últimos estágios da sucessão, geralmente, possuem características muito diferentes, tais como lenhos densos e duráveis, copas mais densamente compactas e crescimento lento, pelas condições de sombra (HAVEN et al., 2001).

As espécies pioneiras normalmente são generalistas e suportam adversidades. Porém, há uma condição predisponente, para que suas sementes armazenadas, no banco de sementes, possam germinar, que é a existência de grandes clareiras. A floresta tropical é um mosaico de clareiras, de diferentes tamanhos e formas, que variam no espaço e no tempo, ocupadas por diferentes espécies, cada uma delas enquadrada na denominada escala sucessional. Uma espécie é pioneira quando produz uma grande quantidade de sementes pequenas, de longa viabilidade e latência, geralmente disseminada por pássaros, morcegos ou vento. Apresenta um ciclo de vida curto (inferior a oito anos). São indivíduos de porte pequeno e apresentam crescimento rápido. São heliófilas e colonizam qualquer área de forma agressiva sob luz, via de regra não apresentam plantas epífitas em seu tronco e, eventualmente, com musgos ou líquens (BARBOSA et al., 2000; BUDOWSKY, 1965).

As espécies pioneiras que apresentam populações pequenas e limitadas às grandes clareiras são ocupadas por poucas espécies, as quais ocorre em grande densidade de indivíduos com idade próxima, o que permite que os colonizadores dessas espécies sejam de vôo curto. Já para a dispersão de suas sementes, há a exigência de que o vetor tenha vôos mais longos que os polinizadores, normalmente aves e morcegos que ficam circulando de clareira em busca de alimentos (WHITMORE, 1991).

As espécies secundárias, geralmente, produzem sementes que, ao chegarem ao solo, estão prontas para germinar, formando o banco de plântulas. Elas conseguem germinar a sombra, mas precisam da luz de pequenas clareiras para crescer. Nessa busca pela luz, as secundárias chegam ao dossel da floresta (o teto da mata), e algumas delas podem também ultrapassá-lo, sendo por isso chamada de plantas emergentes. Uma vez que abrem sua copa acima do dossel da floresta, as plantas emergentes estão sujeitas à dispersão de suas sementes pelo vento, produzindo sementes e frutos alados, frutos que se abrem e liberam sementes que tem uma pequena “asa” para facilitar o vôo. As secundárias iniciais crescem rápido como as pioneiras, porém não formam banco de

sementes (MARTINES RAMOS, 1985).

As populações de espécies secundárias, por sua vez são muito diferentes das populações de pioneiras, o que se explica pelo fato de as secundárias serem raras na floresta. A grande distância entre os indivíduos faz com que uma população ocupe grandes áreas contínuas de floresta, exigindo assim polinizadores e dispersores de vôo bastante longo (WHITMORE, 1991).

As espécies climácicas são as que produzem pequenas quantidades de sementes grandes, mas de curta viabilidade, disseminadas por gravidade e mamíferos coletores. Seu ciclo de vida é longo (até 100 anos). Os indivíduos são altos (chegando a 60 m) e de crescimento lento. Colonizam áreas sombreadas e necessitam de luz na fase adulta. As espécies climácicas exibem uma grande quantidade de epífitas (BARBOSA et al., 2000; BUDOWSKY, 1965).

À semelhança das secundárias, as espécies clímax formam banco de plântulas, porém não necessita da luz solar para se desenvolver. Essas espécies conseguem completar todo o seu ciclo de vida à sombra; assim, não precisam crescer muito em altura e suas copas normalmente estão abaixo do dossel da floresta. Muitas delas produzem frutos carnosos e grandes, apreciados por grandes mamíferos. As sementes das espécies clímax podem apresentar dormência, geralmente quebradas pelos ácidos do trato digestivo desses animais (DENSLOW, 1980).

As populações de espécies clímax ocupam uma posição intermediária no que se refere à estrutura genética, uma vez que suas populações são de tamanho médio e não estão restritas a áreas de clareiras, normalmente ocorrendo em “manchas” na floresta. Essas manchas são como ilhas de ocorrência da espécie, em função principalmente de fatores edáficos. Com isso seus agentes dispersores são animais de vôo de médias distâncias.

Para MARTINS & RODRIGUES (2002), em condições de sombreamento excessivo, as espécies pioneiras não tem um desenvolvimento satisfatório e suas sementes, se cobertas por uma camada de serrapilheira, tem grande dificuldade para germinar. Ao contrário, o crescimento das espécies tardias reflete a importância do sombreamento como estratégia sucessional e também indica o potencial de regeneração das espécies em um determinado fragmento florestal, após as perturbações antrópicas. Portanto, clímax não é sinônimo de estagnação, mas de estabilidade. A estabilidade de uma floresta, por exemplo, deve ser entendida como grau de ajuste ao regime local de distúrbios (ENGEL & PARROTA, 2003). Os ecossistemas não são unidades estáticas,

principalmente pela natureza funcional que lhes confere uma capacidade, até certo ponto elásticas, de adaptabilidade às alterações ambientais, seja a curto, médio ou longo prazo. Pode-se dizer que sucessão ecológica é o processo pelos quais os ecossistemas se recuperam dos distúrbios. Distúrbios que podem ter sido provocados tanto por fenômenos naturais quanto por atividades ocasionadas pelo homem, ou seja, atividades antrópicas.

2.10 Caracterização das leguminosas

Segundo SIQUEIRA & FRANCO (1988), o termo genérico “leguminosa” refere-se às plantas das famílias *Caesalpinaceae*, *Fabaceae* e *Mimosaceae*. Alguns autores usam o nome *Fabaceae* como sinônimo de leguminosas, onde esta dividida em três subfamílias, *Caesalpinioideae*, com 169 gêneros e 2.223 espécies, *Mimosoideae*, com 77 gêneros e 3.315 espécies, e *Faboideae*, com 474 gêneros e 13.890 espécies, valores que estão no livro “*Legumes of the World*” (LEWS et al., 2006). Existe grande quantidade de espécies de leguminosas tropicais conhecidas e catalogadas, outras pouco conhecidas. As leguminosas se prestam a uma gama de utilizações, como produção de grãos, frutos, tubérculos, forragem, carvão, celulose, madeira, adubação verde, arborização e regeneração de matas ciliares.

Uma das características que mais chama atenção nas leguminosas é a capacidade de formar simbiose com determinados gêneros de bactérias comumente chamados de rizóbio. A simbiose permite que o nitrogênio do ar atmosférico seja convertido e transferido para a planta em formas assimiláveis, mediante a atuação do rizóbio presente em nódulos nas raízes, o que aumenta a capacidade de suprimento do nutriente mais exigido pelas plantas.

Segundo LOCATELLI et al. (1991), a utilização de leguminosas arbóreas ou arbustivas na recuperação de solos degradados e na melhoria daqueles de baixa fertilidade natural tem sido uma prática bastante usual nas regiões tropicais, notadamente em áreas destinadas à produção de alimentos básicos. A variedade de hábitos entre as leguminosas é muito grande, desde as maiores árvores emergentes nas florestas, cipós, arbustos até ervas diminutas podem pertencer a esta família. Apesar de apresentar larga variedade de formas, a família é facilmente reconhecida pelo seu fruto ou legume. O tipo básico de fruto é uma vagem com duas valvas que abre e retorçe para expelir as sementes (Exemplo o feijão); é modificado de muitas maneiras para facilitar a

dispersão por animais, vento e água (GENTRY, 1996).

Para MCKEY (1994), as leguminosas têm várias vantagens ecológicas que permitem a elas competir com sucesso e colonizar quase todos os ambientes no mundo. A família Leguminosae é uma das maiores famílias botânicas, com aproximadamente 19.700 espécies (POLHILH, 1981), e essas espécies são em sua maior parte, árvores tropicais. Muitas leguminosas conhecidas são capazes de formar nódulos com bactérias fixadoras de nitrogênio e têm potencial para uso em sistemas agroflorestais, para reabilitação da sustentabilidade dos solos (FARIA, 1995).

Em estudos realizados por FRANCO et al. (1992), ressalta a importância das leguminosas, uma vez que, são relevantes, pois são espécies capazes de crescer, incorporar, reciclar o carbono (C), o nitrogênio (N) e outros nutrientes, principalmente em solos exauridos, favorecendo a posterior colonização da área por outras espécies mais sensíveis ou exigentes quanto às características de solo. Segundo FRANCO et al. (1992), as vantagens das leguminosas são do ponto de vista econômico e ambiental, a redução do uso de adubação nitrogenada e a menor aplicação de fertilizante, minimizam o risco de contaminação do ecossistema, principalmente no uso excessivo de nitrogênio na adubação.

Para AUER & SILVA (2002), a maioria das leguminosas arbóreas formam nódulos em raízes, existindo uma grande diversidade de espécies formadoras entre as subfamílias das leguminosas. Muitas delas têm potencial para uso em sistemas agroflorestais, para reabilitação de áreas degradadas e para ajudar a manutenção da sustentabilidade do solo (HERREIRA et al., 1993; FRANCO & FARIA, 1997).

Por apresentarem características desejáveis de adaptação, crescimento e melhoria do ambiente, espécies de leguminosas vêm sendo introduzidas em sistemas de recuperação de áreas degradadas com resultados vantajosos. A utilização de leguminosas pode produzir um efeito protetor contra a erosão do solo, um dos principais processos relacionados com a degradação de áreas exploradas para a produção agrícola convencional. Tal proteção está diretamente ligada à capacidade de cobertura do solo pelas espécies empregadas (NASCIMENTO, 1994).

Muito mais que reabilitar estas áreas para a geração de retornos econômicos, a preocupação inicial é interromper o processo degradatório e promover a estabilização do local, estancando a movimentação de solo em direção aos mananciais de água e reduzindo o assoreamento. Este efeito desejável foi demonstrado no trabalho de DAVIDE & PRADO (1994) quando aliaram práticas mecânicas e vegetativas para

recuperação de uma área com voçorocas utilizando plantas arbóreas nativas de leguminosas de crescimento rápido.

Na busca de um sistema de produção para recuperação e formação de pastagens de alta qualidade, as leguminosas estão presentes, não só do ponto de vista de alimentação animal, mas, principalmente, buscando-se a auto-suficiência em nitrogênio. Além disso, as leguminosas podem levar à interrupção do ciclo de pragas e doenças das gramíneas (ALVES & MEDEIROS, 1997). Em ecossistemas de pastagens, estes autores relatam alternativas que envolvem o uso de leguminosas em rotação, consorciação com culturas anuais ou com gramíneas.

Na reabilitação de áreas de empréstimo e áreas mineradas, algumas espécies de leguminosas tiveram bons resultados. Segundo BONI et al. (1994), observaram que os plantios de crotalaria e guandu propiciaram melhoria das características físicas na recuperação de uma área compactada de Latossolo Roxo, do qual foi removido o horizonte A. Houve redução na densidade global e aumentos no diâmetro médio de agregados e na porosidade. A grande exploração do solo pelo sistema radicular destas espécies e a cobertura do solo favorecem a infiltração e a retenção de água e, conseqüentemente, a maior proteção contra a erosão, fatores decisivos na recuperação do solo nas condições mencionadas.

Na reabilitação de áreas contaminadas algumas leguminosas herbáceas e arbóreas tiveram resultados satisfatórios. Segundo MOTASSO (1997), indicou a *Mucuna aterrina* (mucuna preta) e o *Enterolobium maximo* Ducke (tamboril) como plantas promissoras para revegetação de áreas contaminadas por metais pesados e com crescimento satisfatórios em áreas contaminadas por zinco e cádmio.

Na recomposição de matas ciliares, varias espécies pioneiras, secundárias e clímax, arbóreas ou arbustivas nativas de leguminosas, são comumente utilizadas nas formações florestais ao longo dos cursos d'água e exercem importante papel na dinâmica do ecossistema (SIQUEIRA et al., 1995).

As leguminosas estão presentes nas florestas tropicais que constitui o ecossistema de maior diversidade no mundo, e suas reservas mais significativas estão em nosso país. Independente da intervenção a ser adotada, antes de se desenvolver qualquer ação voltada á recuperação de áreas, é preciso saber como é que funciona na prática a dinâmica da floresta tropical e conhecer os princípios que regem esta dinâmica, os quais não podem ser tratados isoladamente, pois são interligados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área e clima

O experimento foi conduzido numa área de várzea, localizada na fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, região sul de Minas Gerais, a 450 km de Belo Horizonte e a 130 km de Campinas, com latitude de 22° 19' 01" S e longitude 46° 19' 40" W e altitude de 849 metros.

A região sudeste, devido a sua localização geográfica, caracteriza-se por ser de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os mesotérmicos de tipo temperado das latitudes médias (NIMER, 1979). O sul de Minas Gerais é afetado pela maioria dos sistemas sinóticos que atingem o sul do país, com algumas diferenças em termos de intensidade e sazonalidade do sistema.

A região do sudeste brasileiro é caracterizada pela atuação de sistemas que associam características de sistemas tropicais com sistemas típicos de latitudes médias. Durante os meses de maior atividade convectiva, a zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos principais fenômenos que influenciam no regime de chuvas dessas regiões (QUADRO & ABREU, 1994). O fato da banda de nebulosidade e chuvas permanecer semi-estacionária por dias seguidos favorece a ocorrência de inundações nas áreas afetadas. Em geral a precipitação distribui-se uniformemente nessas regiões, com precipitação média anual dos anos variando de 1.246 a 1.975 mm. Somente no norte de Minas Gerais é que se verifica uma escassez de chuvas ao longo do ano.

O clima da região define duas estações, uma chuvosa (verão) e outra seca (inverno), com um período de estiagem de maio a setembro, com significativa redução térmica. As temperaturas médias oscilam em torno de 18°C e os extremos de temperatura atingem 0°C no inverno e 32°C no verão. No inverno podem ocorrer geadas na região, com intensidade variável, dependendo das massas de ar frio vindas do Pólo Sul, que atuam de forma diferenciada em cada uma das regiões por onde passam.

A geada é um fenômeno microclimático de natureza física, caracterizado pelo resfriamento da atmosfera, com temperaturas da superfície foliar atingindo níveis ao redor e abaixo de 0° C. As últimas geadas na região ocorreram nos anos de 1942, 1953, 1955, 1962, 1969, 1972, 1975, 1979, 1981, 1985 e 1994, sendo que dentre essas as mais severas foram as dos anos de 1942 e 1969.

O clima predominante no local do estudo, segundo a classificação de Köppen é Cwa – subtropical, com dois períodos climáticos distintos, em função da altitude, com verão quente e chuvoso, seguido de inverno seco e moderado. A média anual de chuva foi de 1303 mm para o ano de 2006 e 1488 mm para o ano de 2007. As médias térmicas anuais estão em torno de 21°C, sendo a média máxima anual de 27°C e a mínima de 15°C. A umidade relativa (UR) é a relação existente entre a umidade absoluta do ar e a umidade absoluta do mesmo ar no ponto de saturação à mesma temperatura. Na região a umidade relativa média do período de janeiro de 2006 a julho de 2007 foi de 70%, sendo a mínima de 40% e a máxima de 100%.

No local do experimento, a velocidade do vento coletado a 10 m de altura, permaneceu de fraco a moderado, sempre no intervalo de 3 a 6 m s⁻¹, ventos dominantes SSW e NNE. A pressão barométrica medida nas proximidades do experimento oscilou, com maior frequência, entre o intervalo de 910 a 920 mb.

O relevo da região está inserido no domínio do Planalto Dissecado do Sul de Minas Gerais, caracterizado por um planalto decorrente dos movimentos de ascensão e subsidências de blocos. Ocorrem Cristas com até 1.600 m e, entre estas, predominam colinas de topos, arredondados, vertentes côncavo-convexas e extensas planícies aluvionares.

A drenagem é feita pelo rio Mogi Guaçu, cuja nascente fica cerca de 50 km nos municípios de Borda da Mata (MG) e Tokos do Mogi (MG) onde a vazão no período da seca (abril a setembro), nos anos de 2006 e 2007, foi muito pequena em razão ao período chuvoso (outubro a março) nos anos de 2006 e 2007, em que ocorreram, com frequência, as enchentes e inundações das áreas de várzea do experimento.

A área do experimento foi de aproximadamente 3000 m², localizada à margem direita do Rio Mogi Guaçu, na entrada da Fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes. Situada na paisagem numa posição de Área de Preservação Permanente (APP), porém sem as matas ciliares, uma vez que grande parte delas, neste município, foram reduzidas a pequenos fragmentos pela exploração inadequada da terra no passado, e segundo GOBBIS et al., 1980, tais matas aproximam-se da erradicação em várias partes do sul de Minas. Na Figura 1 é apresentado um esquema da área em estudo mostrando a topografia e a posição do experimento em relação ao Rio Mogi Guaçu. Os tratamentos foram posicionados considerando o relevo, cujas cotas foram locadas a cada 0,3 m após a realização do levantamento plani-altimétrico. Após a distribuição dos tratamentos, cada uma das espécies foi inserida dentro da área.

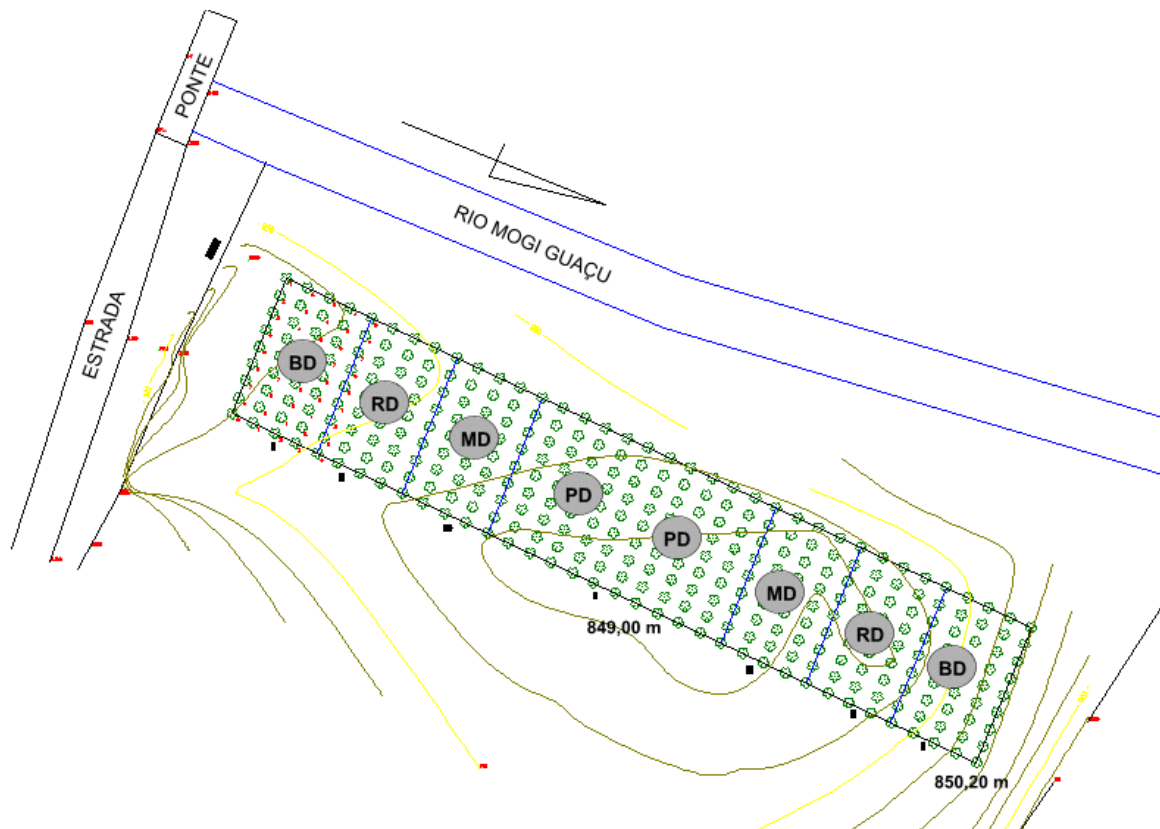


Figura 1 - Levantamento plani-altimétrico da área experimental com localização dos tratamentos e curvas de nível marcadas a cada 0,30 m.

3.2 Solo, fertilidade e drenagem

O solo do local do experimento é um Planossolo Hidromórfico Eutrófico de fertilidade moderada a alta, apresentando baixos teores de matéria orgânica. Com teores de fósforo, potássio e cálcio, variando de médio a alto nos tratamentos BD e RD e de baixo a alto, nos tratamentos MD e PD, conforme análise do solo (Figuras 2 a 5).

Essa classe de solo apresenta como característica geral, a presença de um tipo especial de B textural, com incremento de argila do A para o B, em uma pequena distância (mudança textural abrupta), associada a cores acinzentadas ou escurecidas que refletem uma baixa permeabilidade, chamado de horizonte B plânico.

O solo da área do experimento apresenta drenagem natural deficiente decorrente das precipitações elevadas em épocas de chuva, do alagamento da área pela elevação do nível do leito do rio, em decorrência da topografia local, somada as características intrínsecas do solo; como a densidade elevada, baixa porosidade total, alta relação micro/macroporos, presença de camadas sub-superficial com baixa permeabilidade, uma vez que a compactação da sub-superfície do solo era recomendado para amenizar a

perda de água por infiltração profunda em tabuleiros de arroz.

Em razão da topografia da área, da variação do nível da água do rio durante o ano, da oscilação do lençol freático, da quantidade e rapidez com que a água recebida pelo solo se escoava por infiltração e escoamento superficial, afetando mais ou menos as condições hídricas do solo, da duração do período em que o solo permanece úmido ou encharcado, foram os principais fatores na determinação dos tratamentos e na condução do experimento, dividindo-se a área em quatro tratamentos (BD, RD, MD e PD), de acordo com a sua capacidade de drenagem:

Tratamento BD – solo de boa drenagem, localizado nas partes mais altas da várzea, que após um período intenso de chuva, a drenagem é feita rapidamente tanto na superfície, como no perfil interno do solo, não ocorrendo encharcamento prolongados. Este tratamento está localizado nos pontos mais altos da área, (nas extremidades), com uma diferença de nível de 1,50 m em, em média, em relação ao ponto mais baixo da área.

Tratamento RD – solo de regular drenagem, que após um período de chuva a drenagem fica um pouco mais lenta, e o perfil do solo permanece umedecido por um tempo bem maior do que em BD, uma vez que há contribuição via escoamento superficial e da drenagem interna do tratamento. Este tratamento fica localizado na área, entre os tratamentos BD e MD.

Tratamento MD - solo cujas características hidromórficas são mais evidentes que os tratamentos anteriores, que após um período de chuva a drenagem é lenta, permanecendo encharcado durante um período do ano e sujeito a encharcamentos mais prolongados e freqüentes do que os tratamentos BD e RD. Localizado na área em uma posição entre os tratamentos PD e RD.

Tratamento PD – solo hidromórfico com péssimas condições de drenagem, localizado na parte mais baixa da várzea, local em que após um período de chuva, o escoamento superficial é muito lento, assim como a drenagem interna no perfil, permanecendo encharcado por tempo bem maior do que nos tratamentos BD, RD e MD.

A primeira caracterização das condições de drenagem foi feita mediante observações do nível freático, efetuado pelo uso de poços de observação feitos na área experimental. Foram perfurados poços de observação de pequeno diâmetro, em todos os tratamentos, na ordem de 0,005 m de raio, feitas especialmente para esse tipo de estudo. Os poços de observação foram perfurados com um trado especial, a uma profundidade que se deseja, um pouco além do nível freático.

Posteriormente, foram perfurados quatro poços na área de cada tratamento, onde foram realizadas as medidas do nível freático em função do tempo. Como em cada poço de observação, no qual se mede o nível freático também se conhece o nível do terreno, a diferença representa a profundidade à qual se encontra o lençol. Traçando por interpolação as isolinhas correspondentes, “isóbatas”, tem-se um mapa que permite delimitar as áreas com diferentes graus de severidade dos pontos de enchacamento, ou seja, pontos de maior submersão das mudas.

Este estudo é fundamental quando se precisa introduzir um sistema de drenagem para melhorar as condições da área, também pode ser feito para definir práticas de manejo nas condições naturais da área (CRUCIANI, 1983). A caracterização da capacidade interna de drenagem de cada tratamento foi feita a partir da determinação da condutividade hidráulica do solo. O conhecimento da condutividade hidráulica ($K\theta$) do solo é essencial para qualquer estudo que envolva o movimento da água no solo, seja para investigar a própria dinâmica da água, seja para estudar o transporte de elementos químicos, nutrientes e defensivos agrícolas, bem como seus impactos ao ambiente.

A condutividade hidráulica é a condutância de um volume de solo, de área e comprimento unitário, quando o fluido que se movimenta pelos poros é a água. Condutância é a propriedade do solo que lhe permite conduzir algum fluido através de seus poros. O solo, devido às suas características, irá transmitir a água através de seus poros com maior ou menor rapidez.

A condutividade hidráulica do solo saturado nos quatro tratamentos foi determinada utilizando o método do trado ou poço (CRUCIANI, 1983). Este método mostrou-se bastante prático para uso direto no campo, e utilizável em áreas na qual o nível freático permanece próximo à superfície do solo em alguma época do ano. Foi utilizado em solo em que é possível manter aberto um poço de forma geométrica definida (sem desbarrancamento), ao menos durante o tempo de duração do teste.

O valor calculado pelo método do poço estima a condutividade hidráulica média do perfil de solo, que vai do nível freático até alguns centímetros abaixo do fundo do poço, com um raio de 0,05 m. A medida da condutividade hidráulica é dada pela velocidade com que a água se recupera dentro do poço. A condutividade hidráulica tem seu valor máximo no solo saturado e é altamente dependente da umidade, representada por $K(\theta)$. O valor $K(\theta)$ decresce acentuadamente com a diminuição da umidade.

O método consiste, mediante um trado, abrir um poço com profundidade maior que o lençol freático do solo e, tão logo seja alcançado o equilíbrio de água, extrai-se

uma parte desta e marcando-se o tempo que leva para a água entrar em equilíbrio novamente. Seu uso fica limitado a solos onde existe um lençol freático próximo à superfície e que se possa manter a forma do poço ao término de toda a experiência. Durante a determinação da condutividade hidráulica, distinguem-se quatro fases principais:

- Perfuração do poço (Figura 2a).
- Extração da água (Figura 2b)
- Medidas de recuperação do lençol freático (Figura 2c).
- Determinação da condutividade hidráulica a partir dos dados obtidos.

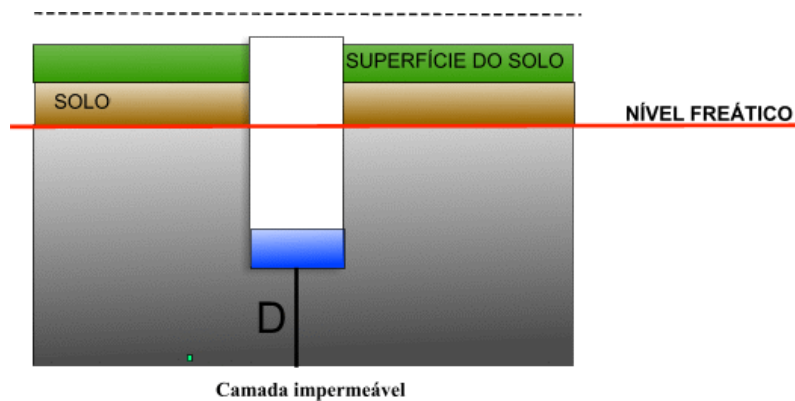


Figura 2a - Poços foram escavado no solo com trado, em todos os tratamentos, com profundidade abaixo do nível freático.

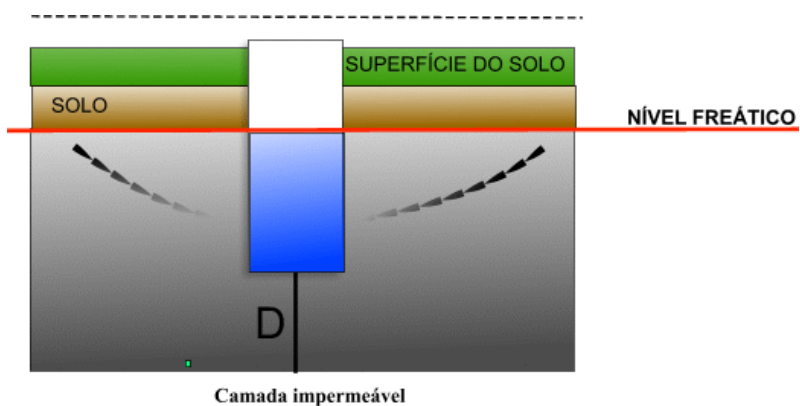


Figura 2b - Após um tempo variável, o nível da água dentro do poço entra em equilíbrio com o nível freático circundante.

A geometria e a simbologia utilizada na determinação da condutividade hidráulica estão representadas na (Figura 2d).

A profundidade da perfuração depende da natureza, espessura, disposição dos

horizontes e da localização do lençol freático.

À medida que a água entra no poço, a bóia sobe, e o valor da profundidade inicial (Y_0) assume valores menores, que chamaremos de Y_T (leituras Y nos tempos T).

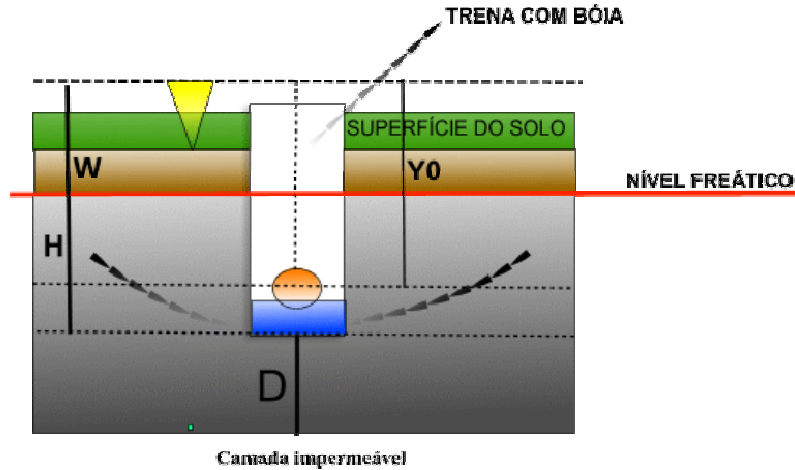


Figura 2c - Uma parte da água foi retirada do poço (medindo altura Y_0), o que o faz com que mais água passe a fluir das paredes.

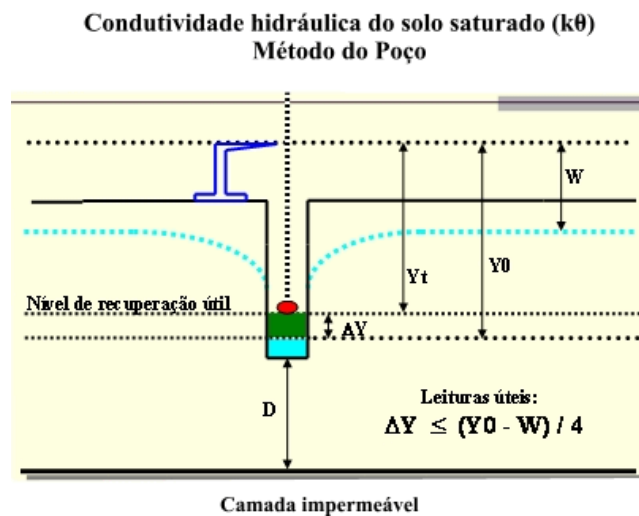


Figura 2d - Variáveis utilizadas nos cálculos da condutividade hidráulica do solo saturado (K_0) pelo método do poço.

A equação adotada para a situação de quando a altura entre o fundo do poço e a camada impermeável (D) é maior ou igual à metade da altura de água no poço (H), medida após a estabilização (CRUCIANI, 1983) é a seguinte:

$$k_0 = \frac{400 * r^2}{(H + 20 * r) * (2 - \frac{y}{H}) * y} * \frac{\Delta Y}{\Delta t} \quad (1)$$

$$y = \frac{y_0 + y_t}{2} - W \quad (2)$$

onde,

- $K(\theta)$ é a condutividade hidráulica do solo saturado (m/dia);
- Y é o valor de $Y_0 - Y_T$ obtido durante a determinação (cm);
- r é o raio do poço (cm);
- y é a carga hidráulica média durante a determinação (cm).

A avaliação da fertilidade do solo foi feita com base em amostras compostas de solo da área para análise química, na profundidade de 0-40 cm. Os resultados da análise nos tratamentos foram:

Tratamento BD: pH (água): 5,70; P (mg dm⁻³): 94,00; K (mg dm⁻³): 55; Ca (cmol dm⁻³): 2,60; Mg (cmol dm⁻³): 1,20; H+AL (cmol dm⁻³): 4,55; Al (cmol dm⁻³): 0,00; S.B. (cmol dm⁻³): 3,9; C.T.C. (cmol dm⁻³): 8,5; V(%): 46,4; m (%): 0,0; Ca/Mg: 2,2; Mg/K: 8,5.

Tratamento RD: pH (água): 5,70; P (mg dm⁻³): 162; K (mg dm⁻³): 73; Ca (cmol dm⁻³): 2,70; Mg (cmol dm⁻³): 0,80; H+Al (cmol dm⁻³): 4,46; Al (cmol dm⁻³): 0,00; S.B. (cmol dm⁻³): 3,7; C.T.C. (cmol dm⁻³): 8,1; V (%): 45,3; m (%): 0,00; Ca/Mg: 3,4; Mg/K: 4,3.

Tratamento MD: pH (água): 5,70; P (mg dm⁻³): 69,0; K (mg dm⁻³): 29; Ca (cmol dm⁻³): 2,60; Mg (cmol dm⁻³): 0,60; H+Al (cmol dm⁻³): 3,93; Al (cmol dm⁻³): 0,20; SB (cmol dm⁻³): 3,3; CTC (cmol dm⁻³): 7,2; V (%): 45,4; m (%): 5,8; Ca/Mg: 4,3; Mg/K: 8,1.

Tratamento PD: pH (água): 5,60; P (mg dm⁻³): 5,0; K (mg dm⁻³): 34; Ca (cmol dm⁻³): 3,00; Mg (cmol dm⁻³): 0,80; H+Al (cmol dm⁻³): 5,06; Al (cmol dm⁻³): 0,20; S.B (cmol dm⁻³): 3,9; C.T.C (cmol dm⁻³): 8,9; V (%): 43,4; m (%): 4,9; Ca/Mg: 3,7; Mg/K: 9,2.

Os resultados da análise química de solo foram convertidos em gráficos para possibilitar uma visualização das diferenças entre as áreas de pesquisa. Os valores no tratamento BD são altos para fósforo (P), magnésio (Mg) e capacidade de troca de cátions (CTC); são médio para potássio (K), cálcio (Ca), soma de bases (SB) e para acidez potencial (Ac); e são baixo para alumínio (Al), saturação de bases (V) e matéria orgânica (MO), conforme a Figura 3.

Os resultados da análise química do solo na Figura 4 mostram que os valores no tratamento RD são altos para fósforo (P) capacidade de trocas de cátions (CTC); são médios para potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), acidez

potencial (Ac); e são baixo para alumínio (Al), saturação de bases (SB) e matéria orgânica (MO).

Os teores de fósforo, potássio e cálcio variaram de médio e alto nos tratamentos BD e RD e de baixo a alto, nos tratamentos MD e PD, enquanto que o pH foi uniforme para todos os tratamentos, conforme análise de solos feita no laboratório da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes.

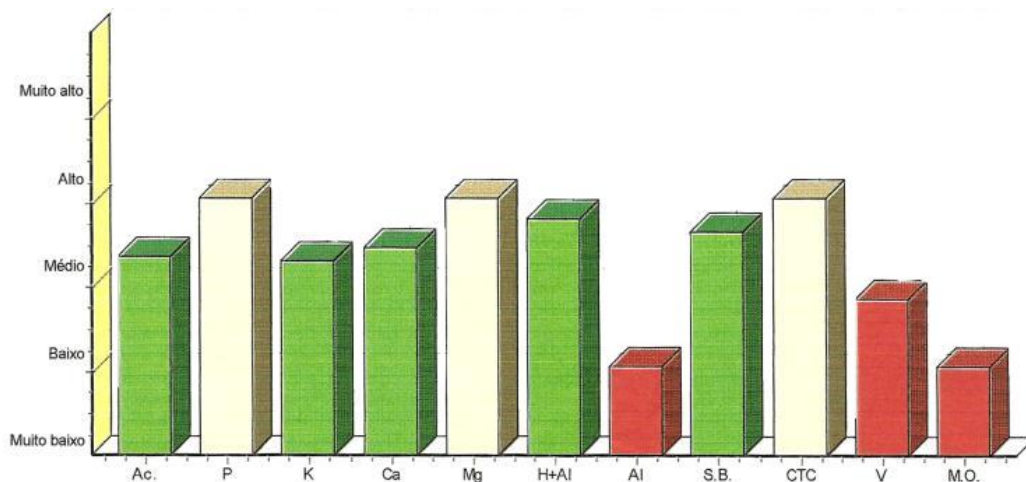


Figura 3 - Avaliação gráfica dos resultados da análise química do solo no início do experimento. Tratamento – BD

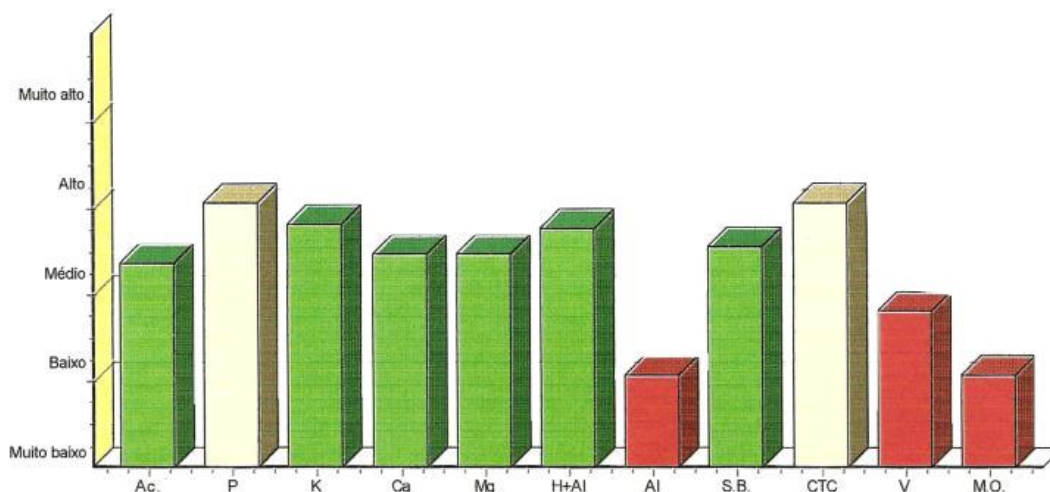


Figura 4 - Avaliação gráfica dos resultados da análise química do solo no início do experimento. Tratamento - RD

Os resultados da análise química do solo na Figura 5 mostram que os valores no tratamento MD são altos para fósforo (P) e capacidade de troca de cátions (CTC); são médios para cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB) e acidez potencial (Ac);

são baixo para potássio (K), alumínio (Al), saturação de bases (V) e para matéria orgânica.

Os resultados da análise química de solo na figura 6 mostram que os valores no tratamento PD são altos para capacidade de troca de cátions (CTC); são médios para cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases (SB), acidez potencial (Ac); são baixos para potássio (K), fósforo (P), alumínio (Al), saturação de bases (V) e matéria orgânica. (MO).

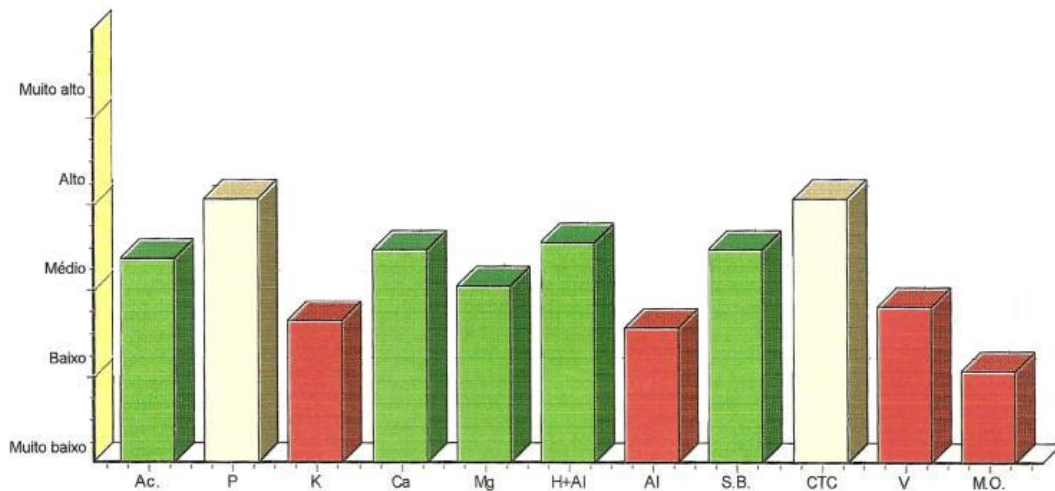


Figura 5 - Avaliação gráfica dos resultados da análise química do solo no início do experimento. Tratamento – MD

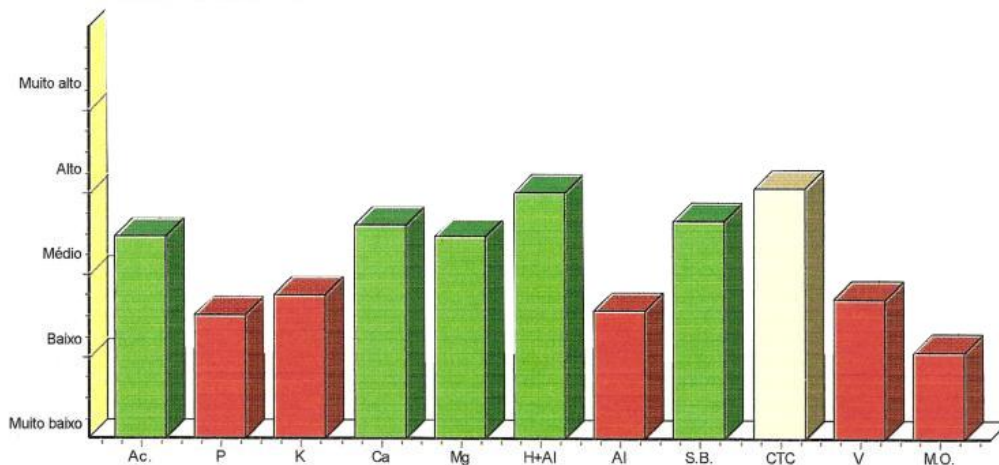


Figura 6 - Avaliação gráfica dos resultados de análise química do solo no início do experimento. Tratamento – PD

3.3 Plantas leguminosas nativas

O experimento foi conduzido utilizando mudas de leguminosas arbóreas classificadas em três subfamílias: *Caesalpinoideae*, *Mimosoidea* e *Faboidea*. De cada uma das subfamílias foram selecionadas três espécies da região para o plantio, cujas descrições estão relacionadas a seguir.

3.3.1 Da subfamília *Caesalpinoideae*, as espécies usadas no experimento foram:

a. *Bauhinia forficata* Link.

- Nomes populares: pata-de-vaca, unha-de-vaca, casco-de-vaca.

- Características morfológicas: Planta espinhenta, de 5-9 metros de altura, com tronco tortuoso de 0,30-0,40 m de diâmetro. Folhas glabras ou levemente pubescentes na face dorsal, divididas no meio, de 0,08-0,12 m de comprimento. Acúleos quase sempre gêmeos.

b. *Cassia ferruginea* Schard.

- Nomes populares: chuva-de-ouro, canafístula, canafrista.

- Características morfológicas: Altura de 8-15 m, com tronco de 0,50-0,70 m de diâmetro, folhas compostas paripenadas, com 10-30 folíolos ásperos na página superior e heliófita.

c. *Copaifera langsdorffii* Desf.

- Nomes populares: óleo-de-copaíba, bálsamo, pau-de-óleo.

- Características morfológicas: Altura de 10-15 metros, com tronco de 0,50-0,80 m de diâmetro, copa globosa densa, folhas compostas pinatífidas, com 3-5 jugos, folíolos alternos ou opostos, glabros de 0,04-0,05 m de comprimento por 0,02-0,03 m de largura, heliófita.

3.3.2 Da subfamília *Mimosoidea*, as espécies usadas no experimento foram:

a. *Acacia polyphylla* DC. Da subfamília *Caesalpinoideae*, as espécies usadas no experimento foram:

- Nomes populares: monjoleiro, maricá, jericá-branco, paricá.

- Características morfológicas: Planta espinhenta, de 15-20 metros de altura, com tronco de 0,40-0,60 m de diâmetro. Folhas compostas bipenadas, de 0,20-0,26 m de comprimento, com 10-16 jugas. Pinas de 0,06-0,08 cm de comprimento com 24-34 pares de folíolos, xerófito.

b. *Inga vera* Wild.

- Nomes populares: ingá, ingazeiro, ingá-do-brejo, ingá-de-várzea, angá.

- Características morfológicas: Planta com altura média de 5-10 m, com tronco de 0,20-0,30 m de diâmetro, folhas compostas paripenadas, de ráquis alada, com 4-5 jugas, com folíolos herbáceos, pubescência restrita às nervuras, superfície inferior de cor mais clara, com 0,04-0,14 m de comprimento por 0,01-0,04 m de largura, heliófita, seletiva higrófito.

c. *Piptadenia gonoacantha* Macbr.

- Nomes populares: jacaré, pau-jacaré, casca-de-jacaré.

- Características morfológicas: Planta levemente espinhenta, de 10-20 metros de altura, com tronco de 0,30-0,40 m de diâmetro. Os ramos e o tronco quando jovem possuem asas lenhosas longitudinais. Folhas compostas bipenadas com 4-8 jugas, de 0,10-0,15 m de comprimento, pinas de 0,05-0,07 m de comprimento, com 30-40 pares de folíolos, heliófitas. Floresce, no sul de Minas, a partir do final de outubro, prolongando-se até janeiro. A maturação dos frutos ocorre durante os meses de setembro outubro.

3.3.3 Da subfamília *Faboidea* as espécie usadas no experimento foram:

a. *Erythrina falcata* Benth.

- Nomes populares: bico-de-papagaio, sapatinho-de-judeu, suína.

- Características morfológicas: Planta espinhenta, 20–30 m de altura, com tronco de 0,50-0,90 m de diâmetro. Folhas compostas trifolioladas sustentadas por pecíolo de 0,09-0,16 m, folíolos glabros, de 0,10 - 0,15 m de comprimento por 0,05-0,07 m de largura, heliófita. Floresce no sul de Minas durante o mês de junho/julho prolongando até novembro quando aparecem também as folhas novas. Os frutos amadurecem em setembro-novembro.

b. *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl.

- Nomes populares: feijão-cru, embira-de-sapo.

- Características morfológicas – Planta com altura de 15- 25 metros de altura, com tronco de 0,40-0,50 m de diâmetro. Folhas compostas imparipenadas, com 7-13 folíolos glabros na face superior e pubescentes com cor mais clara na inferior, de 0,06-0,12 m de comprimento por 0,03-0,05 m de largura, sendo decídua, heliófita, característica de terra boa.

c. *Platycyamus regnellii* Benth.

- Nomes populares: pau-pente, pereira, pereiro, mangalô.

- Características morfológicas: Planta de altura de 10-20 metros, com tronco de 0,40-0,60 m de diâmetro. Folhas compostas trifolioladas, folíolos glabros na face

superior e ferrugineo-tomentosas na inferior, planta decídua, heliófita, seletiva xerófila, de altitude. Sua dispersão é ampla, porém descontínua, ocorrendo tanto nas formações secundárias como na floresta primária densa. Madeira pesada, de boa durabilidade, mesmo em condições adversas, usadas em mobiliários, revestimentos decorativos, carrocerias, e em construções rurais. Produz anualmente grande quantidade de sementes férteis que são facilmente disseminadas pelo vento. No sul de Minas floresce durante os meses de fevereiro-abril e os frutos iniciam a maturação em agosto com a planta totalmente destituída da folhagem.

3.4 Delineamento e condições experimentais

O experimento se refere ao desenvolvimento inicial de nove espécies nativas de leguminosas arbóreas, cultivadas em solos com diferentes condições de drenagem natural, onde além das avaliações fitométricas foi observada a capacidade de rebrote e de suportar encharcamentos e inundações. Avaliar a resposta das nove espécies arbóreas de leguminosas nativas submetidas a flutuações do lençol freático e a fatores climáticos locais, onde os parâmetros foram analisados em cada tratamento e comparativamente entre os tratamentos.

Os tratamentos foram estabelecidos e determinados levando-se em conta a drenagem natural da área, a topografia da área (diferenças de nível ou cotas), a textura do perfil e a oscilação do lençol freático. Sendo classificado em quatro tipos diferentes:

Solo com boa drenagem (BD), onde a água é removida do solo rapidamente e o perfil do solo, após uma chuva normal, permanece molhado pouco tempo, apresentando uma boa drenagem natural.

Solo com regular drenagem (RD), onde a água é removida do solo um pouco mais lenta, ficando o perfil molhado significativa parte do tempo, drenagem natural um pouco mais lenta do que o solo de boa drenagem.

Solo com má drenagem (MD), onde a água é removida do solo lentamente e este permanece molhado durante grande parte da estação chuvosa, sendo lento o seu escoamento superficial, ficando um bom tempo encharcado após uma chuva.

Solo com péssima drenagem (PD), onde a água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece na superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano, ocupam áreas planas ou depressões no experimento, frequentemente em períodos de chuva ocorre a estagnação de água, ficando muito tempo encharcado

após uma chuva.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos BD, RD, MD e PD, e com parcelas subdivididas em duas repetições. Cada parcela foi constituída de nove linhas com nove espécies diferentes e quatro repetições.

Os parâmetros principais analisados foram: a altura total das plantas a partir do colo até gema apical; diâmetro do fuste a 0,10 m do colo; resistência das plantas a inundações com submersão parcial; resistência das plantas com submersão total; e capacidade de rebrotar.

Os parâmetros estatísticos analisados foram à média e o desvio padrão. As mudas utilizadas no experimento foram do viveiro da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes.

As mudas na época do plantio, estavam com a mesma altura (0,30m), feitas com o mesmo substrato (70% de terra de barranco, 30% esterco de curral curtido, acrescentado de superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário dolomítico) e condicionadas no mesmo tipo de embalagem (0,25m de altura por 0,15m de largura e capacidade de 2,5 litros de substrato), com a mesma idade para cada espécie. As mudas foram aclimatadas, sendo retiradas do viveiro duas semanas antes do plantio e ficando paulatinamente expostas diretamente ao sol.

A amostragem do solo para a análise química e física foi realizada no mês de dezembro de 2005 e processada no laboratório de análise de solos da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes. O experimento foi instalado no mês de janeiro de 2006, onde a área foi isolada com construção de cerca de arame farpado, com finalidade de proteger o experimento.

O preparo do solo não foi o convencional, ou seja, não foi arado e nem gradeado, simplesmente foi feito uma roçada manual e coveamento. As covas foram abertas com as dimensões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m, onde apenas a adubação orgânica foi realizada com um volume de 2 litros de esterco curtido de bovino por cova.

O espaçamento adotado foi de 3,00 x 2,00 m, dimensões que se aproxima dos encontrados nas matas nativas remanescentes, embora muito variável de região para região, dependendo do fragmento de mata.

Para o plantio das mudas, as covas foram preparadas misturando-se o esterco de bovino curtido, uma semana antes do plantio. As mudas foram plantadas com o mesmo porte, com altura inicial de 0,30 m e tutoradas com estacas de bambu para evitar qualquer tipo de dano.

Os tratos culturais ao longo do período experimental constaram de roçadas entre as linhas de plantio e capinas manuais com o coroamento das plantas, tutoramento das mudas e controle periódico das formigas. Para o controle de formigas, na época da seca, foram usados iscas formicidas à base de sulfuramida, contendo 0,3% do princípio ativo; na época das chuvas formicida em pó, tendo como princípio ativo deltramethrin. O controle foi mais intenso nas primeiras semanas após o plantio.

As plantas mortas foram substituídas por outras de mesma espécie para minimizar diferenças no estande do experimento. O número de plantas replantadas foi muito baixo nos tratamentos BD e RD e um pouco maior nos tratamentos PD e MD em razão de um período prolongado de encharcamento ocorrido no mês de março de 2006, fase inicial do experimento.

O experimento foi conduzido no período de janeiro 2006 a julho de 2007, com o acompanhamento do desenvolvimento inicial das espécies nativas de leguminosas nos diferentes tratamentos, onde as avaliações fitométricas foram realizadas em quatro épocas distintas, em maio e setembro de 2006 e em janeiro e março de 2007. Nessas avaliações, a altura da planta foi tomada com uma régua graduada, do colo até o ponteiro ou gema apical de crescimento e o diâmetro do caule foi mensurado com um paquímetro a 0,10 m do colo. Também foi observado a arquitetura e o tipo de ramificações e quantidade de ramos e posição no fuste. Após cada chuva ou inundação com encharcamento prolongado, as mudas eram monitoradas, observando a resistência das mudas nos diferentes tratamentos. Assim como monitorado a oscilação do lençol freático nos tratamentos, de acordo com os meses do ano.

O monitoramento dos principais dados climatológicos da área do experimento foi realizado através das coletas de dados numa estação meteorológica da escola e complementado com dados coletados de estação automática mais próxima, no município vizinho de Machado. Os principais dados coletados do clima foram: precipitação, temperatura média, máxima e mínima, velocidade e direção dos ventos, radiação solar, horas de insolação e umidade relativa.

A área do experimento foi demarcada e isolada para evitar a entrada de animais e monitorada, com coletas de dados semanais e posterior armazenamento em um banco de dados. Nesse contexto, há que se considerar que durante muito tempo com o plantio de arroz a área de várzea da escola, se não na sua totalidade, a maior parte da área sofreu compactação no preparo do solo para plantio da cultura do arroz em razão do tráfego excessivo de máquinas agrícolas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condições ambientais durante o experimento

O levantamento da média anual da precipitação pluviométrica nos últimos sete anos (2001 a 2007) apresentou os seguintes valores, respectivamente: 1246 mm, 1685 mm, 1508 mm, 1975 mm, 1246 mm, 1305 mm e 1466 mm. Esses valores, embora sejam altos, mostram a variabilidade temporal da precipitação pluviométrica nos últimos anos. Essa variabilidade temporal torna-se ainda mais significativa quando comparada com a precipitação mensal, onde a quantidade de chuva distribuída em relação aos meses do ano é muito irregular: excesso em alguns meses e falta em outros.

Para SOARES (2001) a chuva, por sua grande variabilidade em termos espacial e temporal, constitui-se num dos elementos climáticos de maior importância por sua grande influência em todas as fases de desenvolvimento das plantas.

Os resultados do monitoramento pluviométrico mensal na área de estudo são apresentados na Figura 7.

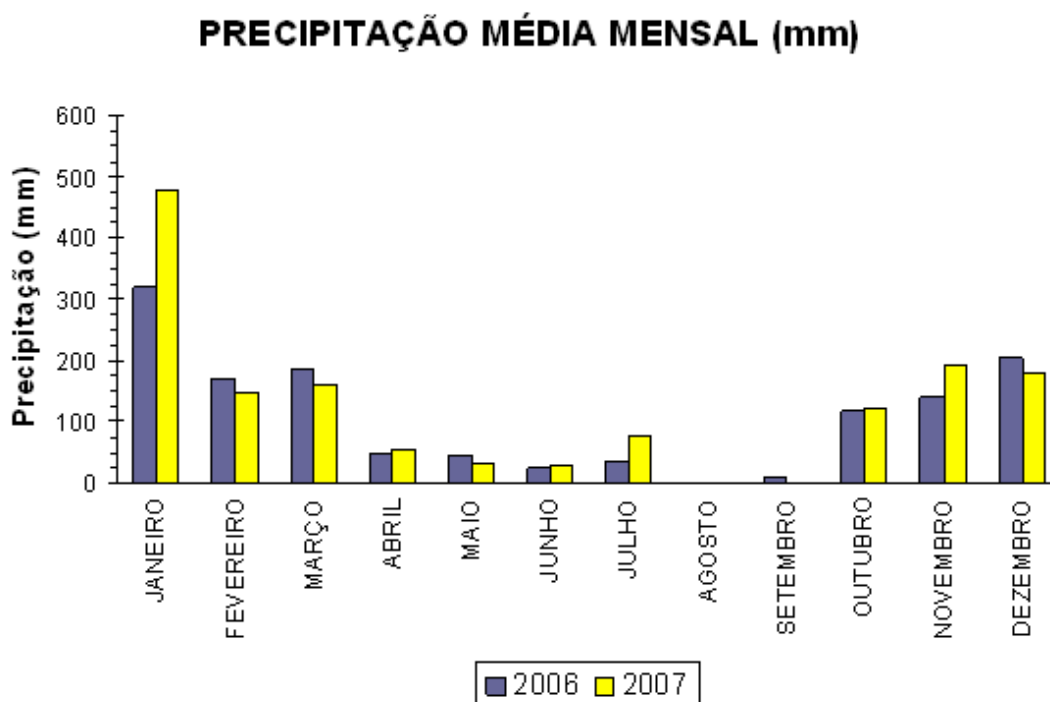


Figura 7 - Precipitação pluviométrica mensal observada na Escola Agrotécnica de Inconfidentes em 2006 e 2007.

Verificou-se uma precipitação média anual de 1305 mm para o ano de 2006 e 1.466 mm para o ano de 2007, onde é evidente a grande variabilidade temporal da precipitação pluviométrica durante os meses do ano. Fica nítida a existência de dois períodos distintos: um com elevada precipitação pluviométrica, em janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro; o outro com baixa precipitação pluviométrica em abril, maio, junho, julho, agosto e setembro.

A relação entre crescimento vegetativo das espécies em estudo e a precipitação foi muito estreita, uma vez que o crescimento foi bem maior no período chuvoso e muito lento no período da seca, conforme será discutido posteriormente. O mesmo pode-se afirmar com relação à precipitação e a oscilação do lençol freático, onde o nível freático, em média, esteve bem mais próximo a superfície no período chuvoso e mais profundo no período seco.

SOARES & ALMEIDA (2001) desenvolveram um modelo de uso de água em plantações de eucalipto que indicou que em anos que chove em torno da média histórica da região existe equilíbrio entre a evapotranspiração e precipitação. Uma versão foi adaptada para floresta nativa (HEBERT & FOWNES, 1996; SOMMER, 2004).

A oscilação do lençol freático aconteceu não somente em relação aos tratamentos, mas principalmente em relação aos meses do ano. A oscilação do lençol freático manteve uma relação direta com os períodos de chuva e seca durante todo o ano. Nos meses de janeiro, fevereiro e março, com períodos rápidos de alagamento e períodos prolongados de encharcamento, o lençol freático manteve bem próximo a superfície (Quadro 1), causando em algumas plantas (*Copaifera langsdorfii* Desf, *Piptadenia gonoacantha* Macbr, *Platycomus regnellii* Benth e *Cassia ferruginea* vegetativo, tortuosidade e bifurcação do fuste e morte da planta. Isto se deu principalmente em razão da falta ou drástica redução da oxigenação do solo, confirmando relatos efetuados por KOZLOWSKI & PALLARDY (1984).

A maior inundação ocorrida no ensaio não foi no mês de maior precipitação (janeiro de 2007) com 478 mm (Figura 7), onde a lamina d'água no experimento não passou dos 50 cm, mas no mês de março de 2007, com apenas 159 mm, onde a lamina d'água no experimento chegou a 2,00 metros. Provavelmente em razão da precipitação acumulada no período e principalmente do volume de chuvas à montante do experimento na bacia hidrográfica do rio Mogi. As precipitações ocorridas durante o período de estudo resultou em variações na média do nível do lençol freático nos tratamentos do experimento, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Profundidade média mensal do lençol freático (m) medida em poços de observação no período de janeiro de 2006 a março de 2007, tomados a partir do ponto de equilíbrio (W).

Tratamento	BD	RD	MD	PD
	m			
Janeiro/2006	1,29	1,25	1,15	1,11
Fevereiro/2006	1,19	1,14	0,92	0,86
Março/2006	1,44	0,72	0,70	0,66
Abril/2006	1,25	1,23	1,04	1,03
Mai/2006	1,39	1,37	1,18	1,16
Junho/2006	1,72	1,67	1,29	1,25
Julho/2006	1,98	1,93	1,65	1,61
Agosto/2006	2,14	2,08	1,98	1,91
Setembro/2006	2,25	2,49	2,29	2,26
Outubro/2006	2,55	2,49	2,29	2,26
Novembro/2006	2,20	2,55	1,87	2,81
Dezembro/2006	1,50	1,44	1,19	1,11
Janeiro/2007	1,15	1,06	0,92	0,95
Fevereiro/2007	0,99	0,95	0,85	0,87
Março/2007	0,60	0,62	0,44	0,40

Algumas espécies de plantas, (*Inga vera* Wild, *Erythrina falcata* Benth e *Acacia polyphylla* DC), apesar do estresse hídrico ocasionado pela oscilação do lençol freático, não apresentaram distúrbios visíveis no seu metabolismo, com crescimento normal em todos os tratamentos, respondendo favoravelmente a baixa oxigenação do solo, corroborando com os resultados de KAWASE (1981); JUSTIN & AMSTRON (1987).

Entre as espécies que morreram, a *Pitadenia gonoacantha* Macbr foi uma que se mostrou mais vulnerável a oscilação do lençol freático não suportando nem períodos curtos de inundação e nem encharcamentos prolongados, embora com um bom desenvolvimento e crescimento inicial.

A oscilação do lençol freático apresentou uma relação direta com o desenvolvimento de espécies de ervas daninhas observadas na área experimental, onde a *Brachiaria mutica* foi a principal. Planta higrófila de crescimento perene, herbácea, estolonífera, ereta ou ascendente, chegando até 2 m de altura, foi a que necessitou maior cuidado no seu controle na época da chuva. Quando o lençol freático estava próximo à superfície e nos encharcamentos prolongados, essa brachiaria apresentava crescimento rápido e com muita agressividade às plantas do experimento. Por outro lado, no período da seca, o seu crescimento foi reduzido e pouco agressivo. Após o período de

alagamento praticamente todas as ervas daninhas do experimento foram eliminadas, exceto a *Brachiaria mutica*, que se saiu fortalecida.

4.2 Condutividade hidráulica do solo saturado

Os resultados obtidos de condutividade hidráulica no perfil de solo dos quatro tratamentos de drenagem natural são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Cálculo de condutividade hídrica saturada nos quatro tratamentos de drenagem (BD, RD, MD e PD), onde cada valor é a média de 4 repetições. Dados coletados em março de 2007.

Tratamento	R	W + H	W	H	K(θ)
		m			m dia ⁻¹
BD	0,05	1,55	0,60	0,95	0,066
RD	0,05	1,50	0,62	0,88	0,058
MD	0,05	1,35	0,44	0,90	0,032
PD	0,05	1,30	0,40	0,90	0,003

R= Raio, W= ponto de equilíbrio da água no poço e H = altura da água no poço (Figura 5).

Comparando os resultados da condutividade hídrica nos quatro tratamentos com a classificação de valores de condutividade de solos, conclui-se que a condutividade hídrica no tratamento BD (0,066 m dia⁻¹) e no tratamento RD (0,058 m dia⁻¹) foram lentas; no tratamento MD (0,032 m dia⁻¹), embora com índice bem menor ainda, é classificada como lenta; no tratamento PD (0,003 m dia⁻¹) a condutividade hidráulica está classificada como muito lenta. Estes valores são variáveis durante os meses do ano, uma vez que relacionam diretamente com a precipitação pluviométrica e a oscilação do lençol freático.

4.3 Desenvolvimento das leguminosas

O acompanhamento do crescimento das plantas foi realizado conforme cronograma estabelecido: 30 de maio e 30 de setembro de 2006 e 30 de janeiro e 30 de março de 2007.

Logo após o plantio das mudas ocorreu um período de inundações rápidas na área experimental, até o final de fevereiro de 2006 e dois períodos de maior intensidade na inundação da área com submersão total da maioria das mudas por um período médio

de 12 horas em janeiro e março de 2007.

Nos primeiros eventos, janeiro e fevereiro de 2006 com as mudas ainda recém plantadas houve morte de algumas delas, principalmente, nos tratamentos (PD) e (MD) que foram imediatamente replantadas. Porém, nas inundações de 2007 os eventos foram mais rigorosos e apesar das mudas estarem maior e provavelmente mais adaptada às condições edafológicas adversas, a maioria das mudas de algumas espécies sofreram danos e levaram até à morte em outras espécies.

Os resultados da primeira avaliação das plantas realizada no final de maio encontram-se no Quadro 3.

Quadro 3 - Altura média das plantas e respectivo desvio padrão ($m \pm dp$), em m, observadas nos tratamentos (BD, RD, MD e PD) em maio 2006.

Tratamentos	BD	RD	MD	PD
Espécies m \pm dp			
<i>Cassia</i>	0,38 \pm 0,012	0,37 \pm 0,012	0,33 \pm 0,308	0,32 \pm 0,016
<i>Copaifera</i>	0,42 \pm 0,020	0,41 \pm 0,029	0,33 \pm 0,305	0,32 \pm 0,013
<i>Bauhinia</i>	0,39 \pm 0,023	0,39 \pm 0,025	0,38 \pm 0,005	0,36 \pm 0,011
<i>Acacia</i>	0,47 \pm 0,014	0,47 \pm 0,036	0,47 \pm 0,206	0,46 \pm 0,025
<i>Inga</i>	0,46 \pm 0,005	0,46 \pm 0,036	0,45 \pm 0,204	0,43 \pm 0,022
<i>Piptadenia</i>	0,71 \pm 0,010	0,71 \pm 0,013	0,47 \pm 0,109	0,48 \pm 0,023
<i>Erythrina</i>	0,50 \pm 0,016	0,54 \pm 0,022	0,52 \pm 0,204	0,51 \pm 0,017
<i>Lonchocarpus</i>	0,55 \pm 0,025	0,53 \pm 0,018	0,53 \pm 0,009	0,52 \pm 0,014
<i>Platycyanus</i>	0,44 \pm 0,016	0,43 \pm 0,016	0,34 \pm 0,013	0,30 \pm 0,019

Nesta fase, após o plantio, quando as mudas ainda estão em período de aclimação no campo, constatou-se que o desenvolvimento foi muito lento para todos os tratamentos e espécies estudadas. Porém os resultados observados mostram claramente que o crescimento e o desenvolvimento das plantas nos tratamentos MD e PD foram significativamente menores para a maioria das espécies estudadas. Avaliações posteriores do desenvolvimento das plantas realizadas em setembro de 2006 e em janeiro de 2007, são apresentados respectivamente nos Quadros 4 e 5. Dentre as espécies avaliadas neste experimento destacaram-se o feijão cru, a pata-de-vaca e o ingá pela facilidade na adaptação às diferentes condições de encharcamento. Por outro lado, as plantas que apresentaram baixa adaptabilidade ao meio de pior drenagem foram a canafistula, o pau-de-jacaré, a copaíba e o pau-pereira. Em posição intermediária de desenvolvimento observado foram o bico-de-papagaio e o monjoleiro.

Quadro 4 - Altura média das plantas e respectivo desvio padrão ($m \pm dp$), em m, observadas nos tratamentos (BD, RD, MD e PD) em setembro de 2006.

Tratamentos	BD	RD	MD	PD
Espécies $m \pm dp$			
<i>Cassia</i>	0,46 \pm 0,022	0,46 \pm 0,021	0,33 \pm 0,206	0,32 \pm 0,011
<i>Copaifera</i>	0,54 \pm 0,030	0,56 \pm 0,017	0,33 \pm 0,102	0,32 \pm 0,014
<i>Bauhinia</i>	0,50 \pm 0,011	0,48 \pm 0,013	0,46 \pm 0,201	0,45 \pm 0,024
<i>Acacia</i>	0,85 \pm 0,012	0,84 \pm 0,023	0,76 \pm 0,104	0,75 \pm 0,023
<i>Inga</i>	0,87 \pm 0,001	0,86 \pm 0,024	0,85 \pm 0,105	0,84 \pm 0,024
<i>Piptadenia</i>	0,98 \pm 0,221	0,95 \pm 0,009	0,72 \pm 0,307	0,71 \pm 0,021
<i>Erythrina</i>	0,93 \pm 0,018	0,95 \pm 0,010	0,84 \pm 0,106	0,79 \pm 0,011
<i>Lonchocarpus</i>	0,96 \pm 0,023	0,97 \pm 0,026	0,96 \pm 0,008	0,93 \pm 0,012
<i>Platygyanus</i>	0,54 \pm 0,013	0,53 \pm 0,021	0,46 \pm 0,014	0,44 \pm 0,012

Quadro 5 - Altura média das plantas e respectivo desvio padrão ($m \pm dp$), em m, observadas nos tratamentos (BD, RD, MD e PD) em janeiro de 2007.

Tratamentos	BD	RD	MD	PD
Espécies $m \pm dp$			
<i>Cassia</i>	0,77 \pm 0,014	0,77 \pm 0,011	0,43 \pm 0,306	0,42 \pm 0,012
<i>Copaifera</i>	0,72 \pm 0,021	0,76 \pm 0,027	0,53 \pm 0,302	0,52 \pm 0,015
<i>Bauhinia</i>	0,80 \pm 0,022	0,79 \pm 0,023	0,60 \pm 0,301	0,56 \pm 0,014
<i>Acacia</i>	1,30 \pm 0,013	1,23 \pm 0,033	1,21 \pm 0,204	1,22 \pm 0,024
<i>Inga</i>	1,27 \pm 0,002	1,28 \pm 0,034	1,29 \pm 0,205	1,27 \pm 0,026
<i>Piptadenia</i>	1,34 \pm 0,210	1,36 \pm 0,019	0,98 \pm 0,207	0,95 \pm 0,025
<i>Erythrina</i>	1,34 \pm 0,019	1,32 \pm 0,020	1,05 \pm 0,206	1,05 \pm 0,013
<i>Lonchocarpus</i>	1,37 \pm 0,024	1,37 \pm 0,016	1,36 \pm 0,008	1,38 \pm 0,017
<i>Platygyanus</i>	0,64 \pm 0,014	0,63 \pm 0,021	0,54 \pm 0,014	0,56 \pm 0,016

O crescimento em altura é um dos parâmetros mais importantes para determinar o estabelecimento das mudas em competição, sendo um dos índices mais seguros para comprovar se a espécie foi ou não plantada em local apropriado (GOLFARI, 1975).

MACEDO et al. (2001), descreveram em seus trabalhos, que a capacidade potencial de estabelecimento das espécies em desenvolvimento e crescimento normalmente pode ser observada no campo, nos primeiros períodos pós-plantio, avaliada através da sua porcentagem de sobrevivência. Em nosso estudo, apesar das condições de estresse bem acentuado, algumas espécies de planta especialmente aquelas mais adaptadas em ambientes alagados, como o monjoleiro, o feijão-cru, o ingá e o bico-de-papagaio, respectivamente com 75,0; 62,5; 50,0 e 56, 25% responderam favoravelmente a uma baixa oxigenação do solo (Quadro 6).

Quadro 6 - Comportamento das espécies nos tratamentos após período de alagamento de 12 horas, com submersão total e enchargamento prolongado. Porcentagem de plantas vivas e mortas (%) desconsiderando os locais, tratamentos sem plantas vivas da espécie (+) e altura média das plantas (m) em março de 2007.

Espécies	BD	RD	MD	PD	Vivas	Mortas
 m %	
<i>Cassia ferruginea</i> Schard	0,91	0,90	+	+	18,75	81,25
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf	0,94	0,90	+	+	37,50	62,50
<i>Bauhinia forficata</i> Link	0,98	0,97	0,90	0,85	25,00	75,00
<i>Acacia polyphylla</i> DC	1,74	1,68	1,64	1,62	75,00	25,00
<i>Inga vera</i> Wild	1,55	1,62	1,64	1,62	50,00	50,00
<i>Piptadenia gonoacantha</i> Mcbr	1,50	+	+	+	6,25	93,75
<i>Erythrina falcata</i> Benth	1,63	1,67	1,59	1,50	56,25	43,75
<i>Lonchocarpus muelbergianus</i>	1,60	1,55	1,52	1,56	62,50	37,50
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth	0,70	+	+	+	12,50	88,50

+ - plantas com 100% de mortalidade no tratamento

Avaliando as respostas das nove espécies de leguminosas arbóreas nativas, na fase inicial de desenvolvimento e o seu potencial para implantação em áreas de várzeas, com diferentes condições de drenagem foi o principal objetivo do trabalho. Portanto, apenas algumas espécies estudadas, *Acacia polyphylla* DC, *Lonchocarpus muelbergianus* Mcbr, *Inga vera* Wild e *Erythrina falcata* Benth, mostraram boa capacidade de suportar as inundações periódicas e os encharcamentos prolongados.

Quadro 7 - Diâmetro inicial do fuste das espécies de leguminosas nativas, a 0,10 m de altura do colo, nos tratamentos, em janeiro de 2006.

Tratamentos	BD	RD	MD	PD
Espécies m			
<i>Cassia ferruginea</i> Schard	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Copaifera langdorffii</i> Desf	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>Bauhinia forficata</i> Link	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Acacia polyphylla</i> DC	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Inga vera</i> Wild	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>Piptadenia gonoacantha</i> Mcbr	0,01	0,01	0,01	0,01
<i>Erythrina falcata</i> Benth	0,03	0,03	0,03	0,03
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth	0,01	0,01	0,01	0,01

Quadro 8 - Diâmetro médio do fuste e respectivo desvio padrão (m) observados em maio de 2006.

Tratamentos	BD	RD	MD	PD
Espécies m ± dp			
<i>Cassia</i>	0,02 ± 0,006	0,02 ± 0,004	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,011
<i>Copaifera</i>	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,004	0,02 ± 0,002	0,02 ± 0,013
<i>Bauhinia</i>	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,003	0,01 ± 0,013	0,01 ± 0,013
<i>Acacia</i>	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,001	0,02 ± 0,006	0,01 ± 0,003
<i>Inga</i>	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,002	0,03 ± 0,007	0,02 ± 0,003
<i>Piptadenia</i>	0,02 ± 0,004	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,004	0,01 ± 0,004
<i>Erythrina</i>	0,05 ± 0,004	0,05 ± 0,002	0,05 ± 0,003	0,04 ± 0,003
<i>Lonchocarpus</i>	0,04 ± 0,003	0,04 ± 0,003	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,003
<i>Platycyanus</i>	0,02 ± 0,006	0,02 ± 0,002	0,01 ± 0,004	0,01 ± 0,002

Quadro 10 - Diâmetro médio do fuste nas espécies e desvio padrão no mês de setembro de 2006.

Tratamentos	BD	RD	MD	PD
Espécies m ± dp			
<i>Cassia</i>	0,03 ± 0,007	0,03 ± 0,003	0,02 ± 0,005	0,02 ± 0,002
<i>Copaifera</i>	0,04 ± 0,005	0,04 ± 0,003	0,03 ± 0,003	0,02 ± 0,003
<i>Bauhinia</i>	0,04 ± 0,005	0,04 ± 0,005	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,003
<i>Acacia</i>	0,04 ± 0,003	0,04 ± 0,001	0,03 ± 0,007	0,02 ± 0,010
<i>Inga</i>	0,05 ± 0,004	0,05 ± 0,002	0,04 ± 0,008	0,03 ± 0,013
<i>Piptadenia</i>	0,04 ± 0,004	0,04 ± 0,003	0,03 ± 0,003	0,02 ± 0,007
<i>Erythrina</i>	0,08 ± 0,004	0,08 ± 0,002	0,06 ± 0,006	0,06 ± 0,009
<i>Lonchocarpus</i>	0,08 ± 0,003	0,08 ± 0,004	0,07 ± 0,010	0,07 ± 0,008
<i>Platycyanus</i>	0,03 ± 0,004	0,03 ± 0,002	0,02 ± 0,008	0,02 ± 0,002

Quadro 12 - Diâmetro médio final do fuste das plantas e respectivo desvio padrão nos tratamentos, em cm, observados em janeiro de 2007 antes do período de alagamento.

Tratamentos	BD	RD	MD	PD
Espécies m ± dp			
<i>Cassia</i>	0,05 ± 0,009	0,05 ± 0,008	0,04 ± 0,016	0,03 ± 0,012
<i>Copaifera</i>	0,06 ± 0,007	0,06 ± 0,009	0,04 ± 0,002	0,03 ± 0,013
<i>Bauhinia</i>	0,07 ± 0,007	0,07 ± 0,009	0,05 ± 0,015	0,04 ± 0,013
<i>Acacia</i>	0,07 ± 0,002	0,06 ± 0,002	0,05 ± 0,018	0,04 ± 0,016
<i>Inga</i>	0,08 ± 0,007	0,08 ± 0,008	0,07 ± 0,020	0,06 ± 0,012
<i>Piptadenia</i>	0,07 ± 0,009	0,07 ± 0,008	0,05 ± 0,007	0,04 ± 0,007
<i>Erythrina</i>	0,12 ± 0,007	0,11 ± 0,007	0,11 ± 0,007	0,10 ± 0,007
<i>Lonchocarpus</i>	0,11 ± 0,006	0,11 ± 0,006	0,10 ± 0,008	0,09 ± 0,008
<i>Platycyanus</i>	0,05 ± 0,009	0,05 ± 0,008	0,04 ± 0,017	0,03 ± 0,012

Com relação ao fuste, constatou-se que o desenvolvimento do diâmetro foi mais uniforme, entre as espécies nos tratamentos BD e RD, e diferenciada nos tratamentos

MD e PD (Figura 8). Quanto a forma, constatou-se plantas com fuste retilíneo e crescimento monopodial; plantas com fuste com pequena tortuosidade e crescimento monopodial; plantas com pequena tortuosidade, crescimento monopodial; plantas com fuste tortuoso, com alguma bifurcação e ramificação leve; plantas com fuste principal não claramente evidenciado com crescimento simpodial muito bifurcado e forte ramificação e fuste tortuoso com alguma bifurcação e forte ramificação.

O desenvolvimento do diâmetro do fuste foi diferente para cada espécie e para cada tratamento. Apresentando um crescimento maior e uniforme nos tratamentos BD e RD, e um crescimento menor e desuniforme nos tratamentos MD e PD (Figura 8).

O desenvolvimento e o crescimento do fuste para cada espécie foi diferente para cada tratamento, podendo ser assim descrito:

Cassia ferruginea Schard (canafístula, chuva-de-ouro) apresentou-se na fase inicial com fuste reto e único. O diâmetro do fuste, a 10 cm de altura, foi maior no tratamento BD e menor no tratamento PD.

Copaifera langsdorffii Desf (copaíba, óleo-de-copaíba) apresentou na fase inicial fuste com pequena tortuosidade. O diâmetro do fuste, a 0,10 m de altura, foi maior no tratamento BD e menor no tratamento PD.

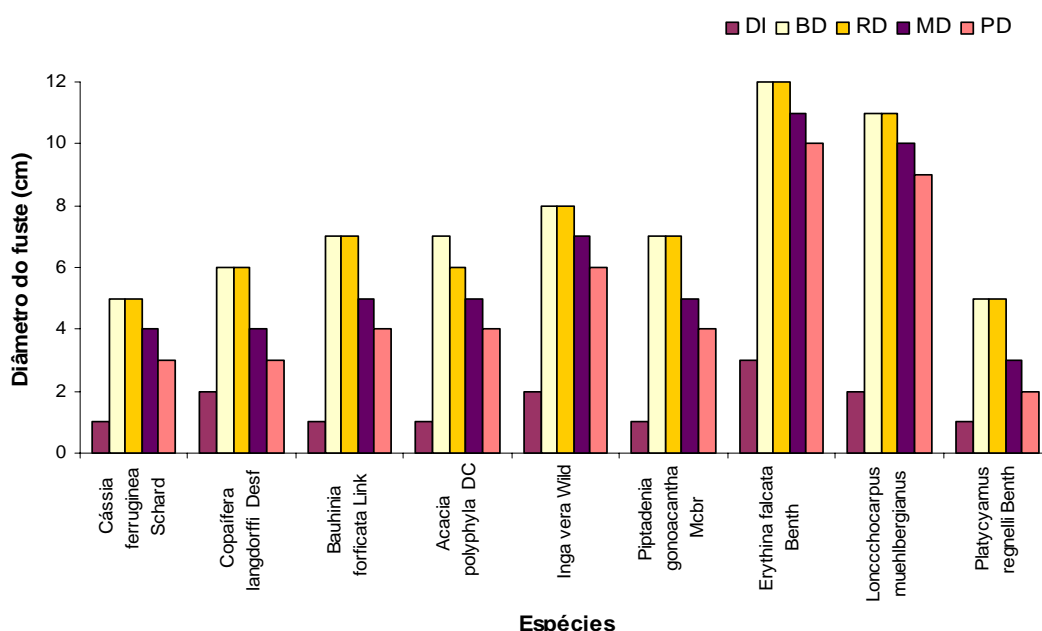


Figura 8 - Desenvolvimento do diâmetro do fuste nos diferentes tratamentos em relação ao diâmetro inicial (DI).

Bauhinia forficata Link (pata-de-vaca) apresentou plantas de fustes tortuosos, com algumas bifurcações logo na base do caule. O diâmetro do fuste, a 0,10 m de altura, foi maior no tratamento BD e menor no tratamento PD.

Acacia polyphylla DC (monjoleiro, paricá-branco) apresentou plantas apresentaram fuste retilíneo com pequena tortuosidade. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Inga vera Wild (ingá-comum) apresentou plantas de fuste tortuoso com algumas bifurcações e ramificações leves. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Pitadenia gonoacantha Macbr (pau-jacaré) apresentou plantas de fuste com pequena tortuosidade, único e sem ramificação. O diâmetro do fuste a 0,10 m foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Erythrina falcata Benth (bico-de-papagaio) apresentou plantas com desenvolvimento do fuste a 0,10 m igual para todos os tratamentos (diferença não significativa). Foi a espécie com maior diâmetro do fuste.

Lonchocarpus muehlbergianus Hassl (feijão-cru) apresentou plantas com fuste com pequena tortuosidade, algumas bifurcações e ramificação leve. O diâmetro do fuste a 10 cm de altura foi igual em todos os tratamentos, não houve diferença significativa.

Platycyamus regnellii Benth (pau-pereira) apresentou plantas de fuste tortuoso, sem bifurcação. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi maior no tratamento BD e menor no PD. Foi a espécie que teve o menor diâmetro médio do fuste.

4.4. Comportamento das espécies nos tratamentos

O experimento mostrou resultados diferentes para todas as espécies em relação a cada tratamento, principalmente, quanto ao crescimento inicial, diâmetro do fuste, índice de área foliar, resistência ao encharcamento, resistência a períodos de inundação e capacidade de rebrote.

Cassia ferruginea Schrad (canafístula, chuva-de-ouro), apresentou plantas com desenvolvimento inicial lento, não tolerou períodos de alagamento nem encharcamento prolongados. Após o alagamento, com submersão total, apenas 18,75 % das plantas sobreviveram e somente as localizadas nos tratamentos de boa drenagem e regular drenagem (BD e RD). As plantas desenvolveram mais nos tratamentos de boa drenagem

(BD) e cresceram menos no tratamento de péssima drenagem (PD). O crescimento foi maior nos meses com temperatura mais elevada e com chuvas freqüente. Apresentou na fase inicial fuste reto e único. O diâmetro do fuste, a 0,10 m de altura, foi maior no tratamento BD e menor no tratamento PD.

Copaifera langsdoffii Desf (copaíba, óleo-de-copaíba), apresentou plantas com desenvolvimento inicial lento, onde, apenas 37,50 % das plantas localizadas nos tratamentos BD e RD sobreviveram após um período de alagamento com submersão total e encharcamento prolongado. O crescimento inicial foi maior nos tratamentos BD e RD e menor nos tratamentos MD e PD. Apresentou-se na fase inicial fuste com pequena tortuosidade. O diâmetro do fuste, a 0,10 m de altura, foi maior no tratamento (BD) e menor no tratamento (PD).

Bauhinia forficata Link (pata-de-vaca), apresentou plantas com desenvolvimento inicial rápido, mas não suportaram inundação com submersão total, mas suportaram o encharcamento prolongado, com rebrote de algumas plantas após a necrose das folhas e ramos. O desenvolvimento inicial foi maior nos tratamentos BD e RD e um crescimento menor nos tratamentos MD e PD. Após períodos de alagamentos, 25% das plantas permaneceram vivas, independentes dos tratamentos. As plantas apresentaram fustes tortuosos, com algumas bifurcações. O diâmetro do fuste, a 10 cm de altura, foi maior no tratamento BD e menor no tratamento PD.

Acacia polyphylla DC (monjoleiro, paricá-branco), as plantas apresentaram crescimento inicial muito rápido em todos os tratamentos, sem diferença significativa entre os tratamentos. As plantas apresentaram uma boa capacidade de suportar períodos de alagamento com submersão total e encharcamentos prolongados, uma vez que 75 % das mudas permaneceram vivas após alagamento, com mudas vivas em todos os tratamentos. As plantas apresentaram fuste retilíneo com pequena tortuosidade. O diâmetro do fuste a 10 cm de altura foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Inga vera Wild (ingá-comum), as plantas apresentaram crescimento inicial rápido em todos os tratamentos BD, RD, MD e PD, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos. As plantas suportaram o alagamento com encharcamento prolongado com mudas vivas em todos os tratamentos. As plantas apresentaram fuste tortuoso com algumas bifurcações e ramificações leves. O diâmetro do fuste a 10 cm de altura foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Pitadenia gonoacantha Macbr (pau-jacaré), as planta apresentaram um crescimento muito rápido nos tratamentos BD e RD e crescimento rápido nos

tratamentos MD e PD, não suporta alagamento com submersão total e nem parcial na fase inicial de desenvolvimento. Apenas algumas mudas, localizadas no tratamento BD, sobreviveram ao alagamento. As plantas apresentaram fuste com pequena tortuosidade, único e sem ramificação. O diâmetro do fuste a 0,10 m foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Erythrina falcata Benth (bico-de-papagaio), as plantas apresentaram um desenvolvimento inicial muito rápido nos tratamentos BD e RD e rápido nos tratamentos MD e PD. As plantas suportaram o alagamento com mudas vivas em todos os tratamentos, apresentando ainda capacidade de rebrotar. As plantas apresentaram fuste reto e único. O desenvolvimento do fuste a 0,10 m foi igual para todos os tratamentos, diferença não significativa. Foi a espécie com maior diâmetro do fuste.

Lonchocarpus muehlbergianus Hassl (feijão-cru), as mudas apresentaram crescimento rápido em todos os tratamentos BD, RD, MD e PD, não apresentando diferença significativa no crescimento entre os tratamentos. Após o período de alagamento e encharcamento prolongado 62,50% das mudas permaneceram vivas, com plantas em todos os tratamentos. As plantas apresentaram fuste com pequena tortuosidade, algumas bifurcações e ramificação leve. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi igual em todos os tratamentos, não houve diferença significativa.

Platycomus regnellii Benth (pau-pereira), as plantas não apresentaram bom desenvolvimento inicial, sendo lento nos tratamentos BD e RD e muito lento nos tratamentos MD e PD. Após o alagamento, apenas 12,50 % das plantas sobreviveram e somente com plantas vivas nos tratamentos BD e RD. As plantas apresentaram fuste tortuoso, sem bifurcação. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi maior no tratamento BD e menor no tratamento PD. Foi a espécie que teve o menor diâmetro médio do fuste.

As condições do solo da área experimental podem ser consideradas favoráveis para o plantio de algumas espécies arbóreas nativas, por apresentar boa disponibilidade de água e de nutrientes, porém são inadequadas para outras, notadamente nos tratamentos de péssima drenagem, com períodos de encharcamento prolongado, causando severa restrição ao desenvolvimento radicular.

A saturação hídrica do solo pode afetar o crescimento de raízes e também da parte aérea das plantas, tanto pela inibição do alongamento dos entrenós, quanto pela iniciação e expansão das folhas, podendo também acelerar a senescência e abscisão destas (KOZLOWSKI, 1984).

O alagamento do solo reduz a disponibilidade de oxigênio para a planta. No entanto, determinadas espécies, quando submetidas ao alagamento, podem produzir modificações morfo-anatômicas, as quais permitiriam a difusão de oxigênio da parte aérea para as raízes, mantendo a respiração aeróbica. Estas modificações incluem lenticelas hipertróficas (MEDRI & CORREIA 1985). Segundo JOLY (1994) sugere que a adaptação da planta a estes ambientes deve a alterações de rotas metabólicas ou, ainda, pode haver combinação de modificações morfo-anatômicas e metabólicas.

Dentre estas mudanças, é importante ressaltar o acúmulo de ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) nas raízes sob alagamento e seu transporte para a parte aérea, onde é convertido a etileno (BRADFORD & YANG 1980). Para JACKSON et al. (1987) sugere-se que a ação do etileno seja o principal processo responsável pelas modificações morfo-anatômicas observadas em caules e folhas.

Assim o desenvolvimento inicial das espécies de leguminosas nativas não foi uniforme nos quatro tratamentos para a maioria das espécies, sendo gradativamente menor com o aumento da deficiência da drenagem interna do perfil do solo. Resultados semelhantes foram obtidos em relação ao desenvolvimento do diâmetro do fuste.

O desenvolvimento inicial foi maior para todas as espécies estudadas nos tratamentos BD e RD não apresentando diferença significativa entre estes dois tratamentos para a maioria das espécies.

Para algumas espécies o crescimento inicial foi muito lento, sendo o fator encharcamento prolongado a causa principal, o que ocorreu nos tratamentos MD e PD, onde as plantas na sua maioria tiveram o sistema radicular afetado pela baixa oxigenação, causando a morte da maioria das plantas. As espécies de crescimento lento (climácicas), foram mais afetadas nestes tratamentos do que espécies de crescimento rápido (pioneiras).

Uma espécie é pioneira quando produz uma grande quantidade de sementes pequenas, de longa viabilidade e latência, geralmente disseminada por pássaros, morcegos ou vento. Apresenta um ciclo de vida curto (inferior a 8 anos). São indivíduos de porte pequeno (inferior a 8 m) e apresentam crescimento rápido. São heliófitas e colonizam qualquer área agressiva, sob luz. Normalmente sem epífitas e eventualmente com musgos ou líquens (BARBOSA et al., 2000; BUDOWSKY, 1965).

As espécies climácicas são espécies que produzem pequena quantidade de sementes grandes de curta viabilidade, disseminadas por gravidade, mamíferos e coletores. Seu ciclo de vida é longo (até 100 anos). Os indivíduos são altos chegando a

60 m e de crescimento lento. Colonizam áreas sombreadas e necessitam de luz na fase adulta. Exibem uma grande quantidade de epífitas (BARBOSA et al., 2000; BUDOWSKY, 1965).

Quanto ao comportamento das espécies nos tratamentos podemos afirmar que as espécies *Copaifera langsdoffii* Desf (óleo-de-coipaíba), *Cassia ferruginea* Schard (canafistula), *Platycyamus regnellii* Benth (pau-pereira), apresentaram um desenvolvimento inicial lento nos tratamentos BD e RD e desenvolvimento inicial extremamente lento nos tratamentos MD e PD (Figura 9).

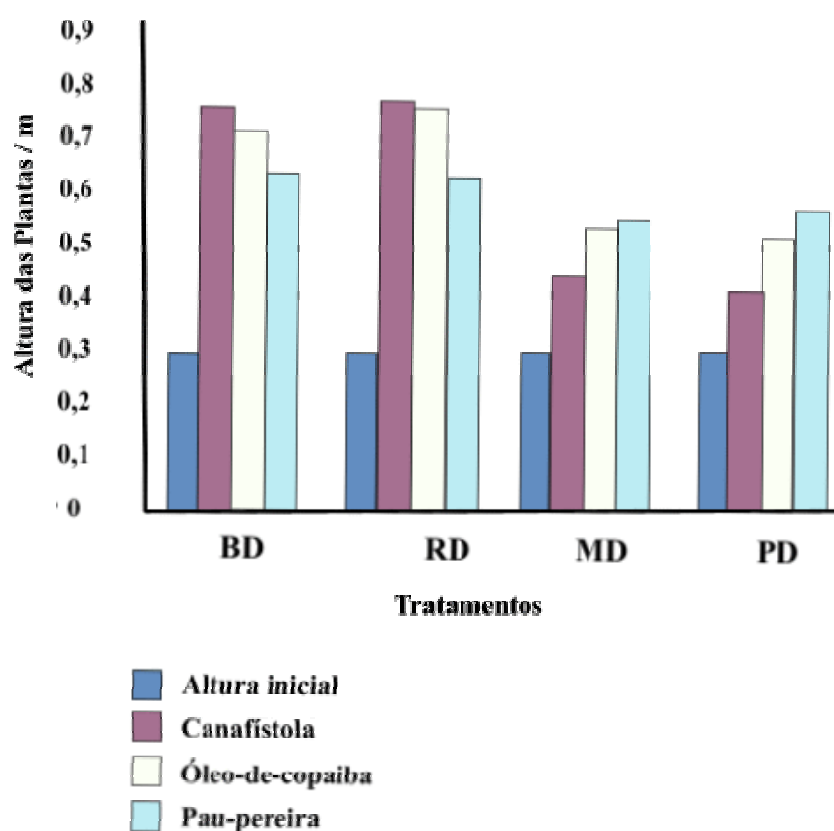


Figura 9 - Desenvolvimento das mudas de canafistula, óleo-de-copaíba e pau-pereira nos tratamentos BD, RD MD e PD observado após um ano de desenvolvimento no campo, em janeiro de 2007.

Cassia ferruginea Schard (canafistula, chuva-de-ouro), apresentou plantas com desenvolvimento inicial lento, não tolerou períodos de alagamento nem encharcamento prolongados. As plantas desenvolveram mais nos tratamentos de boa drenagem e regular drenagem (BD e RD), cresceram menos no tratamento de má drenagem e péssima drenagem (MD e PD). O crescimento foi maior nos meses com temperatura mais elevada e com chuvas freqüente.

Copaifera langsdorffii Desf (copaíba, óleo-de-copaíba), apresentou plantas com desenvolvimento inicial lento. O crescimento inicial foi maior nos tratamentos BD e RD e menor nos tratamentos MD e PD. O crescimento foi maior nos meses com temperaturas mais elevadas e com chuvas freqüentes.

Platycamus regnellii Benth (pau-pereira), as plantas não apresentaram bom desenvolvimento inicial, sendo lento nos tratamentos BD e RD e muito lento nos tratamentos MD e PD. O crescimento foi maior nos meses com temperaturas mais elevadas e com chuvas freqüentes.

Para KRIZEK (1992), a extensão de danos do encharcamento do solo depende de vários fatores, incluindo a duração do período de inundação, o estágio de desenvolvimento da planta, a espécie e as condições ambientais. Explicando, neste caso, o desenvolvimento inicial lento nos tratamentos BD e RD e muito lento nos tratamentos MD e PD das espécies *Cassia ferruginea* Schard (canafistula), *Copaifera langsdorffii* Desf (óleo-de-copaíba) e *Platycamus regnellii* Benth (pau-pereira), principalmente relacionado com a espécie e condições ambientais. Os solos com umidade excessiva apresentam uma aeração deficiente pelo fato da água passar a ocupar parte da porosidade vazia. Esta falta de aeração afeta grandemente o desenvolvimento das plantas ao reduzir a taxa de oxigênio, cujo nível crítico varia com a espécie (CRUCIANI 1983).

As espécies *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca), *Erythrina falcata* Benth (bico-de-papagaio) e *Piptadenia gonoacantha* Macbr (pau-jacaré) apresentaram um desenvolvimento inicial rápido nos tratamentos BD e RD e um crescimento menor nos tratamentos MD e PD (Figura 10).

As leguminosas apresentam uma grande facilidade de adaptação e crescimento, conforme estudos comprovados por NASCIMENTO, 1994. O mesmo autor, afirma que as leguminosas por apresentarem características desejáveis de adaptação, crescimento e melhoria do ambiente; espécies vêm sendo introduzidas em sistemas de recuperação de áreas degradadas com resultados vantajosos. A utilização de leguminosas pode produzir um efeito protetor contra a erosão do solo, um dos principais processos relacionados com a degradação de áreas exploradas para a produção agrícola convencional. Tal proteção está diretamente ligada à capacidade de cobertura do solo pelas espécies empregadas (NASCIMENTO, 1994).

Conforme trabalhos de MCKEY (1994) as leguminosas têm várias vantagens ecológicas que permitem a elas competir com sucesso e colonizar quase todos os

ambientes no mundo. A família Leguminosae é uma das maiores famílias botânicas, com aproximadamente 19700 espécies (POLIHILH, 1981), e essas espécies são em sua maior parte, árvores tropicais. Muitas leguminosas conhecidas são capazes de formar nódulos com bactérias fixadoras de nitrogênio e têm potencial para uso em sistemas agroflorestais, para reabilitação da sustentabilidade dos solos (FARIA, 1995).

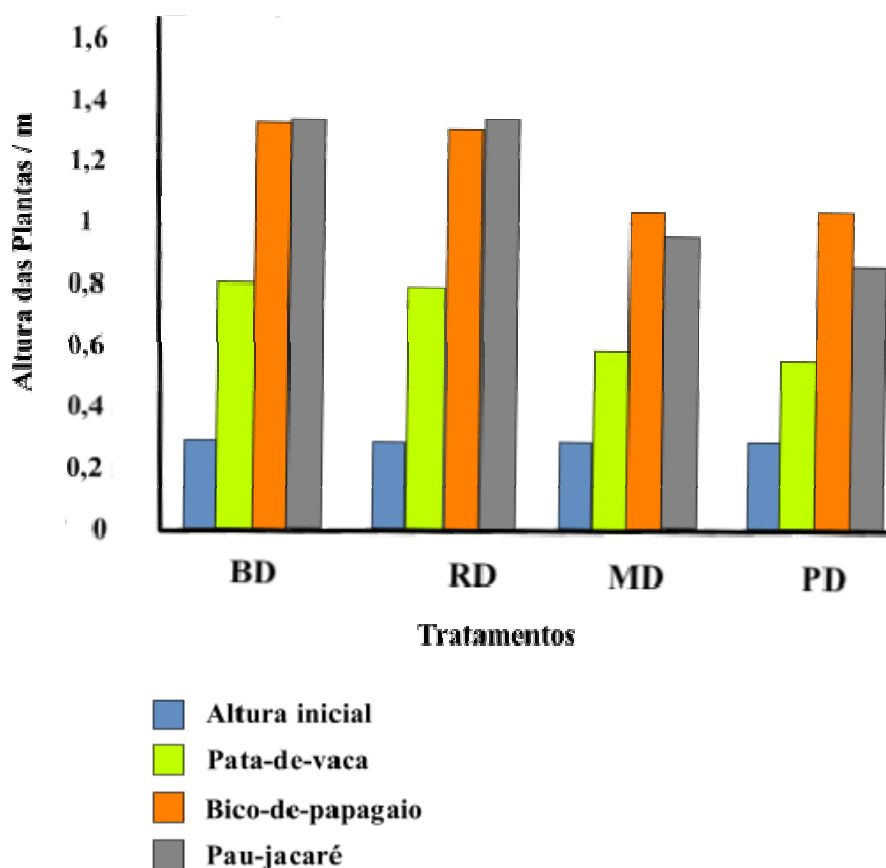


Figura 10 - Desenvolvimento das mudas de pata-de-vaca, bico-de-papagaio e pau-jacaré, nos tratamentos BD, RD, MD e PD, observado após um ano de cultivo no campo, em janeiro de 2007.

Bauhinia forficata Link (pata-de-vaca), apresentou plantas com desenvolvimento inicial rápido, mas não suportaram inundação com submersão total, mas suportaram o encharcamento prolongado, com rebrote de algumas plantas após a necrose das folhas e ramos. O desenvolvimento inicial foi maior nos tratamentos BD e RD e um crescimento menor nos tratamentos MD e PD. As plantas desenvolveram mais nos meses com temperaturas mais elevadas e chuvas mais frequentes.

Erythrina falcata Benth (bico-de-papagaio), as plantas apresentaram um desenvolvimento inicial muito rápido nos tratamentos BD e RD e crescimento rápido

nos tratamentos MD e PD. As plantas desenvolveram mais nos meses com temperaturas mais elevadas e chuvas mais freqüentes.

Pitadenia gonoacantha Macbr (pau-jacaré), as planta apresentaram um crescimento muito rápido nos tratamentos BD e RD e crescimento rápido nos tratamentos MD e PD. O desenvolvimento foi maior nos meses com temperaturas mais altas e chuvas mais freqüentes.

Constatou-se um grande número de queda de folhas jovens, nos tratamentos MD e PD nas plantas das espécies *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca), *Erythina falcata* Benth (bico-de-papagio)e *Piptadenia gonoacantha* Macbr (pau-jacaré).

VOESENK et al. (1993) relata que o etileno é o principal responsável pelo alongamento do caule em resposta à submersão, resultando no contato da parte aérea com a atmosfera. Estes autores afirmaram que o etileno é produzido continuamente na planta, mas durante o alagamento ele pode ser acumulado em grandes quantidades, em razão do seu baixo coeficiente de difusão na água provocando senescência e abscisão precoce das folhas. Produção de raízes adventícias e formação de aerênquimas em plantas cultivadas em solos hidromórficos também são creditadas à elevação de níveis de etileno nestas plantas (BRAULSFORD et al. 1993).

As espécies *Inga vera* Wild (ingá), *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl (feijão-cru) e *Acacia polyphilla* (monjoleiro), foram as espécies que apresentaram um desenvolvimento inicial muito rápido e uniforme em todos os tratamentos, Figura 11.

Para alguns autores a redução da matéria seca da raiz em função do alagamento para algumas espécies, uma vez que o alagamento provoca a morte de muitas raízes (MEDRI et al. 1998). Para outros autores existem varias espécies de plantas que são mais adaptadas a ambientes alagados e resistem, e respondem favoravelmente a baixa oxigenação do solo, com a formação de aerênquima (KAWASE, 1981; DREW, 1997).

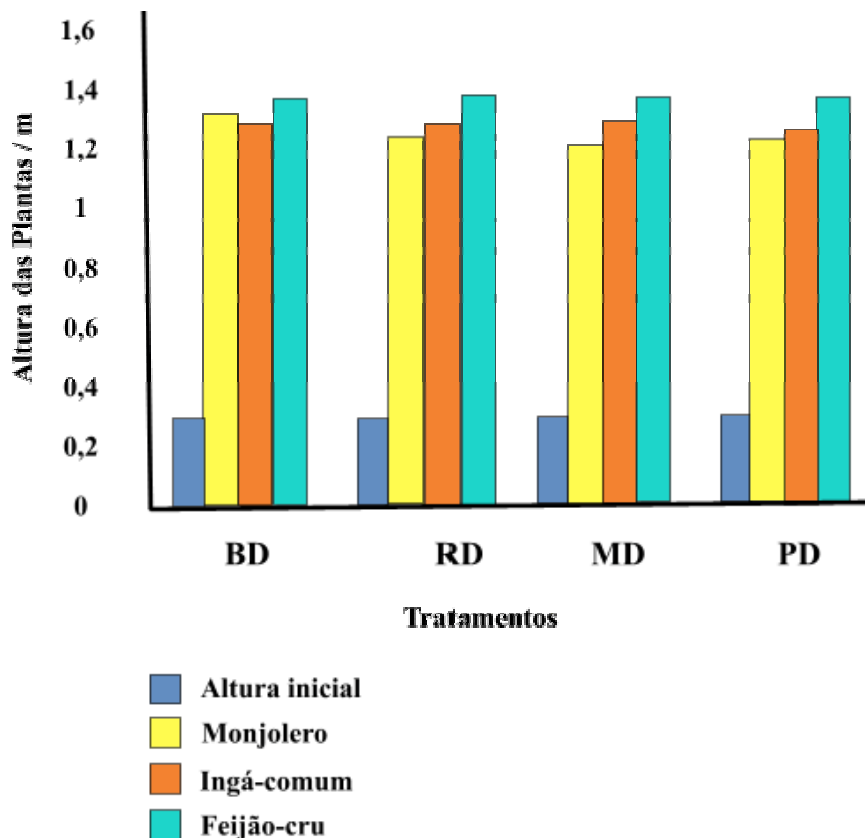


Figura 11 - Desenvolvimento das mudas de monjoleiro, ingá-comum e feijão-cru nos tratamentos BD, RD, MD e PD observado após um ano de cultivo no campo, em janeiro de 2007.

Acacia polyphylla DC (monjoleiro, paricá-branco), as plantas apresentaram crescimento inicial muito rápido em todos os tratamentos. O desenvolvimento inicial foi uniforme sem diferença significativa entre os tratamentos. O crescimento foi maior nos meses com temperaturas mais elevadas e chuvas frequentes.

Inga vera wild (ingá-comum), as plantas apresentaram crescimento inicial rápido em todos os tratamentos BD, RD, MD e PD. O desenvolvimento inicial foi uniforme sem diferença significativa entre os tratamentos. O desenvolvimento foi maior nos meses com temperaturas mais elevadas e chuvas frequentes.

Lonchocarpus muehlbergianus Hassl (feijão-cru), as mudas apresentaram crescimento rápido em todos os tratamentos BD, RD, MD e PD, não apresentando diferença significativa no crescimento entre os tratamentos. O desenvolvimento foi maior nos meses com temperatura mais elevada e chuvas frequentes.

As espécies *Acacia polyphylla* DC (monjoleiro), *Inga vera* Wild (ingá comum) e *Lonchocarpus muehlbergianus* (feijão-cru), apesar da intensidade dos estresses provocados pela inundação com encharcamentos prolongados o desenvolvimento inicial

foi igual para todos os tratamentos. Foram as espécies que mais se adaptaram ao ambiente com períodos de alagamento seguidos de encharcamentos prolongados.

As espécies apresentaram comportamentos diferentes após um período de alta precipitação pluviométrica com inundação total da área do experimento onde após um período de submersão, muitas mudas morreram, outras sobreviveram, sendo que algumas espécies foram mais susceptíveis (Figura 12).

Outros autores afirmam a importância das matas ciliares que funcionam como reguladoras do processo erosivo, estabilizando margens, promovendo a ciclagem de nutrientes, impedindo a lixiviação de sedimentos para o corpo d água (LIMA 1989), porém a grande maioria de projetos de reflorestamento de matas ciliares não leva em consideração a capacidade das espécies suportarem alagamentos prolongados ou não, assim como encharcamentos prolongados.

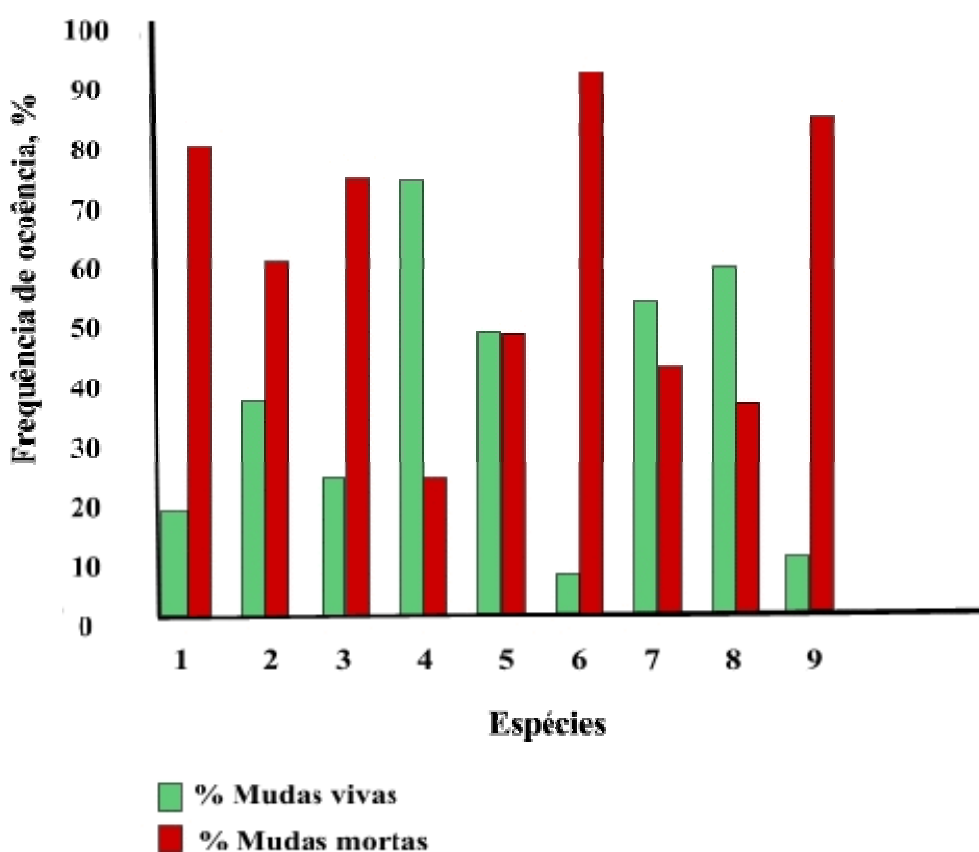


Figura 12 - Situação final do experimento em março de 2007, após um período de inundação com submersão total (12 horas) e encharcamento prolongado. Seqüência: 1- canafistula; 2-óleo-de-copaíba; 3- pata-de-vaca; 4- monjoleiro; 5-ingá; 6-pau-jacaré; 7- bico-de-papagaio; 8-feijão-cru; 9-pau-pereira.

Outro parâmetro relevante avaliado neste experimento foi a adaptabilidade de algumas espécies, após o alagamento com submersão total e encharcamento prolongado, quantificado através da taxa de sobrevivência e mortalidade. Os resultados observados para cada espécie foram:

Cassia ferruginea Schard (canafistula, chuva-de-ouro). Após o alagamento, com submersão total e encharcamento prolongado, somente algumas plantas localizadas nos tratamentos de boa drenagem (BD e RD) permaneceram vivas, cuja taxa correspondeu a 18,75 % das plantas do ensaio.. As plantas desenvolveram mais nos tratamentos de boa drenagem (MD) e cresceram menos no tratamento de péssima drenagem (PD). O crescimento foi maior nos meses com temperatura mais elevada e com chuvas freqüente. Apresentou na fase inicial fuste reto e único. O diâmetro do fuste, a 0,10 m de altura, foi maior no tratamento (BD) e menor no tratamento (PD).

Copaifera langsdorffii Desf (copaíba, óleo-de-copaíba). Após o alagamento, com submersão total, apenas 37,50 % das plantas permaneceram vivas, ou seja, 62,50 % das plantas cultivadas morreram. As plantas que permaneceram vivas estavam localizadas nos tratamentos (BD e RD). O crescimento inicial foi maior nos tratamentos (BD e RD) e menor nos tratamentos (MD e PD). Não foi observado diferenças entre os tratamentos na conformação dos fustes, os quais desenvolveram com pequena tortuosidade na fase inicial. O diâmetro do fuste, a 0,10 m de altura, foi maior no tratamento (BD) e menor no tratamento (PD).

Bauhinia forficata Link (pata-de-vaca). Após período de alagamento 25 % das plantas permaneceram vivas e 75 % das plantas morreram. Foi observado plantas vivas em todos os tratamentos. As plantas apresentaram fustes tortuosos, com algumas bifurcações. O diâmetro do fuste, a 0,10 m de altura, foi maior no tratamento (BD) e menor no tratamento (PD).

Acacia polyphylla DC (monjoleiro, paricá-branco). As plantas apresentaram uma boa capacidade de suportar períodos de alagamento com submersão total e encharcamentos prolongados, uma vez que 75 % das mudas permaneceram vivas. Assim como verificado com as plantas de pata-de-vaca, foi observado mudas vivas em todos os tratamentos. As plantas apresentaram fuste retilíneo com pequena tortuosidade. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi maior no tratamento (BD) e menor no (PD).

Inga vera Wild (ingá-comum). Após período de alagamento com encharcamento prolongado 50 % das mudas permaneceram vivas, independentemente dos tratamentos. As plantas apresentaram fuste tortuoso com algumas bifurcações e

ramificações leves. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Pitadenia gonoacantha Macbr (pau-jacaré). Após período de alagamento com encharcamento prolongado quase a totalidade das plantas morreu. Apenas 6,25 % das plantas permaneceram vivas e somente no tratamento BD. As plantas dessa espécie não suportam alagamento com submersão total e nem parcial na fase inicial de desenvolvimento. As plantas apresentaram fuste com pequena tortuosidade, único e sem ramificação. O diâmetro do fuste a 0,10 m foi maior no tratamento BD e menor no PD.

Erythrina falcata Benth (bico-de-papagaio). Após um período de alagamento com encharcamento prolongado 56,25 % permaneceram vivas e 43,75 % morreram, com plantas vivas em todos os tratamentos, apresentando ainda capacidade de rebrotar. As plantas apresentaram fuste reto e único. O desenvolvimento do fuste a 0,10 m foi semelhante para todos os tratamentos. Dentre as espécies estudadas foi a que apresentou maior diâmetro do fuste após o primeiro ano de plantio.

Lonchocarpus muehlbergianus Hassl (feijão-cru). Após o período de alagamento e encharcamento prolongado 62,50% das mudas permaneceram vivas e 37,50 % morreram, com plantas vivas em todos os tratamentos. As plantas apresentaram fuste com pequena tortuosidade, algumas bifurcações e ramificações. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi semelhante em todos os tratamentos.

Platycyamus regnellii Benth (pau-pereira). Após o alagamento, 12,50 % das plantas sobreviveram e 88,50 % das mudas morreram, ficando somente com plantas vivas no tratamento BD. As plantas apresentaram fuste tortuoso, sem bifurcação. O diâmetro do fuste a 0,10 m de altura foi maior no tratamento BD e menor no PD. Foi a espécie que apresentou menor diâmetro médio do fuste após um ano de cultivo.

A maioria das espécies estudadas não apresentou a capacidade de rebrotar, após períodos desfavoráveis de desenvolvimento, com ocorrência de morte total das mudas. Apenas as espécies *Erythrina falcata* Benth (bico-de-papagaio) e *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca) apresentaram capacidade de rebrotar após a parte aérea ter sido severamente danificada pela inundação e submersão total. Algumas espécies são bastante tolerantes a inundações, porém necessitam de um período de seca, não suportando o encharcamento constante, são as espécies típicas de matas ripárias (matas ciliares), outras espécies desenvolvem em áreas de afloramento de lençol freático com lenta drenagem, são as espécies de mata de brejo ou florestas paludosas (RODRIGUES & LEITÃO FILHO, 2000).

KOZLOWSKI & PALLADY (1984), relatam que em condições de solos encharcados e inundados a difusão de oxigênio se torna muito baixa gerando uma diminuição da concentração deste gás, e como consequência, provocam redução do crescimento vegetativo e reprodutivo como observado nas áreas MD e PD deste experimento com algumas espécies testadas (Quadros 4 e 5). O crescimento de raízes também é afetado pelo encharcamento do solo, a alongação é retardada, a formação de raízes secundárias é inibida e, sob inundações por períodos consecutivos ou prolongadas, as raízes enegrecem, podendo morrer.

O desenvolvimento e crescimento diferente entre as espécies, relaciona-se também com o fato de ser uma espécie pioneira, secundária tardia ou clímax, conforme estudos já realizados.

Para RODRIGUES (2005), as espécies se instalam, com maior ou menor rapidez de acordo com o ambiente, e dependendo das condições locais temos ambientes onde se desenvolvem as espécies pioneiras que são as clareiras naturais e condições de borda da mata. As clareiras que se formam quando caem árvores em uma floresta, por exemplo, geram oportunidades para o crescimento de muitas espécies de plantas com requisitos de luz relativamente alta. As espécies pioneiras, geralmente têm lenho leve e efêmero e são caracterizadas por apresentarem folhagem em múltiplas camadas e crescimento rápido, por estarem em condições de insolação. Por outro lado temos as espécies chamadas de climácicas, ou seja, as árvores dominantes dos últimos estágios da sucessão, têm geralmente características muito diferentes, tais como lenhos densos e duráveis, copas mais densamente compactas e crescimento lento, pelas condições de sombra (HAVEN et al., 2001).

Outros fatores que influenciaram no desenvolvimento inicial e crescimento das espécies durante o período de estudo, foram os fatores climáticos, conforme estudos realizados por OLIVEIRA FILHO et al. (1994), onde o mesmo afirma que os principais fatores climáticos são temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, ventos e luz. Obviamente estes fatores interagem entre si e modificam. Em termos de temperatura, é importante analisar-se não apenas as médias, mas também os valores extremos, onde cada espécie tem o seu ótimo de temperatura para melhor desenvolver. Assim como a ocorrência eventual de geadas em uma determinada região pode modificar grandemente as comunidades vegetais ali estabelecidas, principalmente aquelas pouco resistentes e sem capacidade de rebrote.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em estudo do comportamento de nove espécies de leguminosas naturais no sul de Minas Gerais, sob quatro condições de diferentes situações de drenagem natural, (BD, boa drenagem; RD, regular drenagem; MD, má drenagem; PD, péssima drenagem), permitiram concluir que:

- a)** A capacidade de drenagem interna do solo exerceu forte pressão seletiva nas plantas avaliadas, promovendo seleção ou adaptação de espécies a certos ambientes, conforme observado no desenvolvimento inicial das espécies estudadas nos diferentes tratamentos.
- b)** Algumas espécies, como *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl (feijão-cru), *Inga vera* Wild (ingá-comum), *Erythrina falcata* Benth (bico-de-papagaio) e *Acacia polyphylla* DC (monjoleiro), suportam períodos de inundações e encharcamentos prolongados.
- c)** Espécies como *Cassia ferruginea* Schrad (canafistula), *Piptadenia gonoacantha* Macbr (pau-jacaré), *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo-de-copaiba) e *Platycyamus regnellii* Benth (pau-pereira) não suportam encharcamento prolongados nem períodos curtos de inundações.
- d)** A espécie *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca) suporta encharcamento prolongado mas não suporta inundações com submersão.
- e)** Apenas as espécies *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca) e *Erythrina falcata* Benth, apresentaram capacidade de rebrotar após a necrose total da parte aérea.
- f)** O crescimento do diâmetro do fuste a 0,10 m foi mais uniforme nos tratamentos BD e RD do que nos tratamentos MD e PD.
- g)** A saturação hídrica do solo afetou o desenvolvimento inicial das raízes e também da parte aérea da maioria das nove espécies testadas, reduzindo o crescimento inicial, dificultando a sobrevivência das plantas e levando-as a morte a maioria das espécies principalmente após o período de alagamento.
- h)** Analisando os resultados, pode-se admitir que a distribuição das espécies, na mata ciliar de várzea, correlaciona-se com a drenagem do solo e os períodos de inundações.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUER, C.G.; SILVA, R. Fixação de nitrogênio em espécies arbóreas. 2002.
- ALVARENGA, M.I.N.; SOUZA, J.A. Atributos do solo e o impacto ambiental. Lavras, UFLA, 1995. 140 p.
- ALVES, S.J.; MEDEIROS, G.B. Leguminosas em renovação de pastagens. In: Simpósio Sobre Ecossistema de Pastagens, **Anais...** Jaboticabal: UNESP, p. 251-270, 1997.
- BARBOSA, L.M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formação ciliar. São Paulo; EDUSP, p. 289-312, 2000.
- BARBOSA, L.M. (Coord). Modelos de repovoamento vegetal para proteção de recursos hídricos em área degradadas dos diversos biomas do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 185-186, 2001.
- BARBOSA, L. M.; PILIACKAS, J.M.; CATHARINO, E.L.M. Levantamento das epífitas vasculares do manguezal do Rio Picinguaba. Ubatuba, São Paulo. **Anais do 5º Simpósio de Ecossistemas Brasileiros**. Aciesp, São Paulo, v. 2, p. 357-363, 2000.
- BEGON, M.; LITARPER, J.; TOWNSED, C.R. Ecology: Oxford. 1996.
- BEGON, M.; HARPER, J.R.; TOWNSEND, C.R. Ecology: Individuais, populations and communities. 3rd ed. Blackwell Science, Cambridge, 1996.
- BELTRAN, J.M. Drenage agrícola, Madrid: Ministério Agricultura. **Pesca y alimentacion**, v. 1, 1986.
- BENTHEY, W.J.; SKAGGS, R.W.; PARSONS, J.E. The effect of variation in hydraulic conductivity on water table. North Carolina Agricultural Research. Service. North Carolina State University, p. 23-24, 1989.
- BERG, E.V.D. Estrutura e ecologia de comunidade e populações vegetais. Lavras: Universidade Federal de Lavras, UFLA/FAEPE, p. 9-28, 2000.
- BERTONI, J.E.A. Composição florística de uma floresta ripária na reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. **Acta Botânica Brasileira**. Manaus, p.17-26, 1987.
- BEVEN, K.J.; GERMANN, R.F. Macro pores and water flow in soils. **Water Resources Research**, Washington, v. 18: p. 11-135, 1982.
- BONI, N.R.; ESPINDOLA, C.R.; GUIMARÃES, E.C. Uso de leguminosas na recuperação de um solo decapitado. In: Simpósio Nacional de Áreas Degradadas. Curitiba/FUPEF, p. 563-568, 1994.
- BRADFORD, K.J.; YANG, S.F. Xylem transport of 1-aminocyclopropano-1- carboxylic acid na athylene precursor, in waterlogged tomato plants. **Plant Physiology**, 65: p. 322-326, 1980.

- BUDOWSKY, G. Distribution of tropical american forest species in the light of successional processes. Turrialba, 15: p. 40-42, 1965.
- CARVALHO, J.O.P. Estrutura das matas altas sem babaçu na Floresta Amazônia. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 277-290, 2000.
- CARVALHO, P.E.F. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília. Embrapa, CNPF, p. 640-641, 1994.
- CATHARINO, E.L.M. Florística de matas ciliares. In: Simpósio sobre matas ciliares. Anais. Fundação Cargil. Campinas, SP, 1989.
- CLEMENTS, F.E. Plant succession: na analysis of community functions. Washington: Carmigie Institutions Washinton (Publications, 242), 1916.
- COELHO NETO, A.L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia In: Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos, p. 93-148, 1994.
- CRUCIANI, D.E. A drenagem na agricultura. São Paulo: Nobel, 1983, p.684.
- DAVIDE, A.C.; PRADO, N.J.S. Recuperação de uma área ocupada por voçoroca, através de reflorestamento misto. In: Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas degradadas, Foz do Iguaçu, CURITIBA/FUPEF, p. 401-408, 1994.
- DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rainforest trees. Biotropica 12: p.47-51, 1980.
- DIAS JUNIOR, M.S.; PIERCE, F.J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p.175-180, 1996.
- DREW, M. C. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, PaloAlto, v. 48, p. 223-250, 1997.
- DREW, M.C.; MORGAN, P.W. Decreased ethylene biosynthesis, and induction of aerenchyma, by nitrogen orthosplote starvation in advections roots of *Zea mays*. **Plant Physiology**, n.91, p. 266-271, 1989.
- ELLIES, A.; GREZ, R.; RAMIREZ, C. La conductividad hidráulica em fase saturada como herramienta para el diagnostico de la estructura del suelo. *Agrobur*, v. 5, p. 51-57, 1997.
- EL- MOWELHI, N.M.; VANSHILFGAARDE, J. Computation of soil hydrological constants from field drainage experiments in some soils in Egypt. **Transactions of the .ASAE**, st. Joseph, v.25, p. 77-79, 1982.
- ENGEL, V.L.; PARROTA, J.H. Definindo a restauração ecológica: Tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.D.; EMGEL, V.L; GANDARA, F.B. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAE, p. 3-26, 2003;

- ESAU, K. Anatomia das plantas com sementes. Edgard Blucher, São Paulo, 1974.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Reviews of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 34, p. 487-515, 2003.
- FAHRIG, S.M. Occurrence and rhizobial selection for legumes trees adapted to acid soils. Nitrogen Fixing Tree for Acid Soil. Awan: Nitrogen Fixing Tree association. p. 295-300, 1995.
- FARIA, J.M.R. Propagação de espécies florestais, Belo Horizonte: CEMIG, p.41-43, 1995.
- FERNANDES, C.R.; Fitogeografia brasileira. Fortaleza. Multigráfica, p. 340-344, 200
- FERREIRA, M.M.; DIAS JUNIOR, M.S. Física do solo. Solo e meio ambiente. Minas Gerais, Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.
- FORD, C. D. Habitat, economy and society. London, p. 161-163, 1934.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.; SILVA, E.M.R.; FARIA, S.M. Revegetação de solos degradados, Seropédica: EMBRAPA- CNPBS, p. 9-12, 1992.
- FRANCO, A.A.; FARIA, S.M.; CAMPELLO, E.F. Recuperando áreas degradadas, EMBRAPA-CNPBS. **Comunicado Técnico**, n. 8, p. 9-11, 2001.
- FRANKE, I.L.; MIRANDA, E.M.; VALENTIM, J.F. Comportamento de espécies arbóreas de uso múltiplo para Sistemas Agroflorestais no estado do Acre. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. **Anais...** Manaus, p. 97-100, 2000.
- FRIES, R.E. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal. Florestal**, v.11, p.210-215, 1959.
- GENTRY, A.H. Ecologia de liana e manejo de fragmentos florestais. 1996.
- GIBBS, P.; LEITÃO FILHO, H.; MONTOVANI, F. Revista Brasileira de Botânica. Composição Florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica. As matas ripárias aproximam-se de sua erradicação em varias partes do Brasil, 1980.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento, Belo Horizonte: PND/FAO/IBDF-BRA, Série Técnica 3, p. 65-67, 1975.
- GOMES, A.S.C.; PAULETTO, E.A.S.; TURATTI, A.L. Solos de várzea. Uso e manejo, 1992.
- GOMIDE, R.L. Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e métodos. In: Simpósio Manejo de Irrigação. Lavras: UFLA, SBEA, p. 133-138, 1998.
- GOMIDE, R.L.; SEDIYAMA, G.C. Instrumentos e métodos de mdeições metereológicas. In: Lavras, Editora Universitária, 368p. 1998.

GOMIDE, R.L.; ALBURQUERQUE, P.E.P.; ANDRADE, C.L.T.; GUIMARAES, C.M.; BASTOS, E.A.; RIBEIRO JUNIOR, W.Q.; MORGADO, L.B.; VIANA, J.H.M. Controlling and monitoring water stress in contrasting environment for drought tolerance phenotyping of cereals and legumes. In: Generation Challenge Programme **Annual Research Meeting**, Benoni, South Africa, v.1, p.62-64, 2007.

HERBERT, D.A.; FOWNES, J.H. Effects of leaf aggregation in broad-leaf canopy on estimates of leaf area index by the gap-fraction method. **Forest Ecology and Management**, Zürich, v. 97, p. 277-282, 1997.

HERRERA, M.A.; SALAMANCA, C.P.; BARCA, J.M. **Applied environmental microbiology**, v. 59, n.1, p. 129-130, 1993.

HILLEL, D. Introduction to soil physics. San Diego: Academic Press, p. 264-269, 1982.

HOOK, D.D. Lenticels and water root development of swamp tupelo under various flooding conditions. **Bot. Caz.** v. 131, p. 217-224, 1984.

JACKSON, M.B. Are plant hormones involved in root to shoot communication? **Adv.Bot, Res.** 19: p.104-187, 1993.

JACKSON, M.B.; WATERS, J.; SETTER, T.; GREENWAY, H. Injury to rice plants caused by complete submergence: a contribution by ethylene. **J. Exp. Bot.**, v. 38, p. 1826-1987, 1987.

JANIESCH, P. Ecophysiological adaptations of higher plants in natural communities to waterlogging. In Ecological to environmental stresses. Kluwer academic Publishers. Dordrecht, p. 50-60, 1991.

JARDIN, E.; SILVA, L.A.; Comparação na diversidade e estrutura das comunidades lenhosas de terra firme, várzea e igapó. **Amazônia Central**, 2003.

JOLY, C.A. The role of oxygen diffusion to the root system on flooding tolerance of tropical trees. **Revista Brasileira de Biologia**, p. 375-382, 1982.

JOLY, C.A. Flooding tolerance: a reinterpretation of Crawford's metabolic theory. **Proc. R. Soc. Edin.** 102 B: p. 343-354, 1994.

JOLY, C.A.; CRAWFORD, R.M.M. Variation on tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. **Jou.Exp. Bot**, p. 799-809, 1995.

JONG VAN LIER Q.; LIBARDI, P.L. Extraction of soil water by plants: development and validation of a model. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Confins, v.21, n.2, p. 535-542, 1997.

JUSTIN, S. H.F.; ARMSTRONG, W. The anatomical characteristics of root and plant response to soil flooding. **New Phytologist**, v.106, p.465-496, 1987.

KAWASE, M. Effect of ethylene in induction of flooding in sunflower. **Physiologia Plantarum**, v.31, p. 29-38, 1974.

- KAWASE, M. Effect of ethylene on aerenchyma development. **American Journal of Botany**, v. 68, p. 651-658, 1981.
- KLEIN, B.C. Effects of forest fragmentation. Habitat fragmentation, 1989.
- KLEN, V.A. Propriedades físico-hídrico-mecânicos de um Latossolo roxo, sob diferentes sistemas de uso e manejo. Piracicaba, USP- ESALQ. p.150-153, 1998.
- KOZLOWASKI, T. T. Responses of wood plant to flooding. In Flooding and plant growth. Academic. Press, London, p.129-163, 1984.
- KOZLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S. G. Effect of flooding on water, carbohydrate and mineral relation. In: Flooding and plant growth. Orlando: Academic Press, p.165-188, 1984.
- KRIZEK, D.T. Drenagem superficial para diversificação do uso do solo. Respostas das plantas ao excesso de água, 1992.
- KRUESS, A.; TSCHARNTKE, T. Habitat fragmentation, species loss, and biological control. **Science**, v. 264, p.1581-1584, 1994.
- LAURENCE, W.F.; COCHARE, M.A. Fire as a large scale edge effects in Amazonian Forests. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p.311-325, 2002.
- LEAL FILHO, N. Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na zona de Mata de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2002.
- LEW, N.M.; STINEMETZ, C.; BUCKLEY, G.; CLELAND. R.E.; NOMBAR, S. Leguminosas arbóreas da mata Atlântica, 2000.
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da água no solo. Piracicaba. ESALQ/USP, p. 335-336, 2005.
- LIBARDI, P.L. Água no solo. Armazenamento de água no perfil do solo, Piracicaba ESALQ/USP, p. 447, 1995.
- LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. In: BARBOSA, L.M (Coord). Simpósio sobre Mata Ciliar. Campinas, Fundação Cargil, p. 26-43, 1989.
- LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Mecanismos de tolerância à inundação de planta *Ovata* St.Hill. (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, 19(1): p. 35-37, 1995.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, p. 420-423, 1992.
- LORENZI, H. Árvores , Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa. Editora Plantarum, 352 p., 1998.
- LOUZADA, J.N.C.; SCHINDWEIN. M.N.; SIQUEIRA, O.S.; Curso de biologia.

Ecologia. Universidade Federal de Lavras. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. Gráfica Universitária, UFLA, 1997.

LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD, R.O.; RYLANDS, A.B.; MALCON, J.R.; QUINTELA, C.E.; HARPER, R.H.; BRUWN, K.S.; POWELL, A.H.; SCHUBART, O.R.; HAYS, M.B. Edge and other effects of isolation on Amazonian forest fragments. In: Conservation Biology (M.E. Soulè, ed). The science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, p. 237-256, 1986.

MACDICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. Agroforestry: classification and management. New York: John Wiley & Sons, p. 382, 1990.

MACEDO, R.L.G; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A.A. Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. **Informe Agropecuário**, p.15-26, 2001.

MADER, H.J.; SCHELL, C.; KORNACKER, P. Linear barriers to arthropod movements in the landscape. **Biological Conservation**, v.54, p.209-222, 1990.

MAGALHÃES, J.A. Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo propósito em Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Manaus. **Anais...**, p. 42-47, 2000.

MARGALEF, R. Ecologia. Barcelona: How many species are there Earth? **Science**, v.241, n.144, p. 49-50, 1974.

MARTINS, F. R.; RODRIGUES, W.C. Spatial distribution of an undergrowth palm in fragments of the Brazilian Atlantic Forest.

MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitais de los arboles tropicales y regeneracion natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, S.R. (Ed). Investigaciones sobre a regeneracion de selva altas en Vera Cruz, México. México: Editorial Alhambra Mexicana, 1985.T. 1, p. 191-199, 1985.

MASSEI, M. A.S.; VÁLIO, I.F.M. The influence of growth regulators on adventitious root initiation on stems of tomato plants. *Z. Pflanzenphysiol*, p. 403-410, 1983.

MAUSETH, J. D. Plant anatomy. Menlo Park: The Benjamin Cumings, p.560-563, 1988.

MAZZONI-VIVEIROS, S.C.; COSTA, C.G. Periderme. In: Anatomia Vegetal. UFV, Viçosa, MG, p. 237-263, 2003.

MCKEY, D.O papel da fixação biológica de nitrogênio em Florestas Secundarias. 1994.

MEDRI, M.E.; CORREIA, M. A. Aspectos histológicos e bioquímicos de *Joanesia principis* e *Colleus blumei* Benth, submetidos à inundação e à aplicação de etel e cobalto. *Biol* 53: p. 427-433, 1985.

MEDRI, M.E. Aspectos morfológicos e fisiológicos de *Colleus blumei* Benth,

submetidos a inundação e à aplicação de ethrel e cobalto. **Revista Brasil. Biol.**53: p.427-433, 1998.

MEGGITT, M.J. Desert People: Study of the walbiri Aborigines of central Austrália, University of. Chicago Press, Chicago MEDRI, M. E.; CORREIA, M. A. Aspectos histológicos e bioquímicos de *Joanesia principis* e *Colleus blumei* Benth, submetidos à inundação e à aplicação de ethel e cobalto. **Biol** 53: p. 427-433, 1985.
and London, 1963.

MELO BARRETO, J. C. Similaridade florística entre formações de mata seca e mata de brejo. 1942.

MESSING, J.; JARVIS, N. J. Temporal variation in the hydraulic conductivity of a tilled clay soil as measured by tension infiltrometers. **Soil Science**, 44: p. 11-24, 1993.

METZGER, J. P.; BERNACCI, L. C.; GOLDENBERG, R. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments of different widths. **Plant Ecology**, n.133, p.134-153, 1997.

MILLAR, A. A. Drenagem de terras agrícolas. Bases agronômicas. São Paulo, Câmara Brasileira do Livro, p. 88-91, 1978.

MONOD, O. Revise stratigraphy and relationship of Lower Palaeozoic rocks, 1990.

MORAIS, W.V. Comportamento de características e propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro, submetido a diferentes sistemas de cultivo. Lavras: UFLA, p. 107-109, 1984.

MOSTASSO, F.L. Crescimento de nodulação de leguminosas em solos contaminados por metais pesados. Dissertação (Mestrado), Lavras/UFLA, p. 50-54, 1997.

MUMFORD, L. The myth of the machine. Techincs and human development. New York: Harcourt, Brace and World, 1967.

MUSY, A.; SOUTLER, M. Physique du sol. Laussame, Presse Polytechnique et Universitaires. Romandes, p.335-337, 1991.

NASCIMENTO, P.C. Razão de perdas de solo sob cultivo de três leguminosas. Dissertação (Mestrado), Piracicaba. ESALQ/USP, p. 59-61, 1994.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. SUPRENT – IBGE, v. 4, 1979.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Guanabara, v. 20, p. 434-435, 1986.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de janeiro, Guanabara. Editora Guanabara, Koogan, v. 2, 1998. 43 p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas : Uma proposta metodológica. **Cerne**. v.1, p. 64-72, 1994.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição florística e estrutura comunitária da floresta do córrego da Paciência, Cuiabá (MT), **Acta Botânica Brasília**, v. 3: p. 91-112, 1989.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MACHADO, J.N.M. Composição florística de uma floresta semidecídua montana, na serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasília**, v. 7, p.71-78, 1993.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; ALMEIDA, R.J.; MELLO, J.M; GAVILANES, M.L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho de mata ciliar do Córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (M.G). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, p. 66-86, 1994.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A., CARVALHO, D.A. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge. v. 10, p.483-508, 1994.

OLIVEIRO, M.C.; DRUMOND, M.A. Matas ciliares. Manejo de bacias hidrográficas no controle de erosão e na melhoria do uso da água das chuvas. Site: <http://www.cpatasa.br/artigos/mataciliar.html>, 2002.

PARROTA, J.A. The role of plantation forest in rehabilitation degraded tropical ecosystems. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 41, p.115-133, 1992.

PIMENTA, J.A.; BIANCHINI, E.; MEDRI, M.E. Adaptations to flooding by tropical trees: morphological and anatomical modifications, 1998, p. 157.

PIMENTA, J.A.; ORSI, M.M.; MEDRI, M.E. Aspectos morfológicos e fisiológicos de *Colleus blumei* Benth, submetidos à inundação e aplica o de etrel e cobalto. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 53, p. 427-433, 1996.

POLIHILL, R. M. The Papilionoideae. *Advances in Legumes Systematics*. Kew: Royal Botanic Gardens, p. 191-204, 1981.

QUADRO, M. F. L.; ABREU, M. L. Estudos de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8: p. 620-623. Belo Horizonte, MG. Anais II, 1994.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; NOGUEIRA, S.S.; MIRANDA, M.A.C. Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 929-938, 2000.

RAGHAVAN, G.S.V.; MICKYES, E. Physical and hydraulics characteristics in compacted clay soils. **Journal of Terramechanics**, Elmsford, v.19, p. 235-242, 1983.

REDFORD, K.H.; FONSECA, G.A.B. The mammals of IBGE's ecological reserve, Brasília, and on analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, 44(4): p. 517-523, 1984.

REID, D.M.; BRADFORD, K.J. Effects of flooding on hormone relations. IN: Flooding and Plant Growth (T.T.Kolowski, ed.). Academic Press, London, p. 195-219, 1984.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA – CPAC, Planaltina. 1998.

RICHARDS, L.A. Advances in soil physics. In: 7 International Congress of Soil Science. 161(2) p. 67-69, 1960.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO, H.F. Florestas Ciliares. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares, p. 91-99, 2000.

RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G.J. Considerações sobre os fatores atuantes em matas ciliares e condições ecológicas dominantes na faixa ciliar do sudeste brasileiro. In: Curso sobre recuperação de áreas degradadas. UFP, Curitiba, 1993.

RODRIGUES, R.R; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. In: Matas Ciliares: Conservação e recuperação. 2 ed., São Paulo, EDUSP, p. 46-70, 2001.

RODRIGUES, M.T. A biodiversidade dos cerrados: conhecimento atual e perspectivas, com uma hipótese sobre o papel das matas de galerias, na troca faunística durante ciclos climáticos . In: Cerrado, Ecologia, biodiversidade e conservação. Brasília DF: Ministério do Meio Ambiente, p. 235-246, 2005.

SALLIS, S.M.; TAMASHIRO, J.Y.; SOLY, C.A. Florística e Fitossociologia do estado arbóreo de um remanescente de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, S.P. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, p. 93-103, 1994.

SARQUIS, J.I; JORDAN, W.R.; MORGAN, P.W. Ethylene evolution from maize (*Zea mays* L.) seedling roots and shafts in response to mechanical impedance. **Plant Physiology**, v. 96, p. 1171-1177, 1991.

SCHUSSLER, E. E.; LONGSTRETH, D. J. Aerenchyma develops by cell lysis in roots and cell separation in leaf petioles in *Sagittaria lancifolia*. **American Journal of Botany**, v.83, p. 1266-1273, 1996.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998, p.236.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. Microorganismo e processos biológicos no solo: perspectiva ambiental. Brasília, EMBRAPA-SPI, p.142-143, 1995.

SMUCKER, A.J.M.; ERICKSON, A.E. Tillage and compactive modifications of gaseous flow and soil aeration. In: Mechanics related process in structured agricultural soils. NATO applied sciences. Amsterdam: Academia Publishers, p. 205-214, 1989.

SOANE, B. D. The role of organic matter in soil compatibility: A review of some practical aspects. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v, 16, p. 179-201, 1990.

SOARES, A.F. Sistema de Informação geográfica - SIG/SPRING para modelagem e espacialização de dados de fertilidade do solo. Campinas: EMBRAPA/INFORMÁTICA Agropecuária, p.12, 2001.

SOARES, A.F.; ALMEIDA, L.J.C. Comparison of water use in *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, 2001.

SOMMER, K.J.; LANG, A.R.G. Comparative analysis of two indirect methods of measuring leaf area. **Australia Journal of Plant Physiology**, Collingwood, v. 21, p. 197-206, 1994.

STILLIN, P.D. Ecology: Theories and Applications, 2 ed. New Jersey. Prentice-Hall, 1996.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, v.19, p. 111-119, 1991.

TEIXEIRA, W.C.; SCHROTH, G.; MARQUES, J.D.; HUWE, B. Sampling and TDR probe insertion in the determination of the volumetric soil water content. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 575-582, 2005.

TOPA, M.A.; MCLEOD, K.W. Aerenchyma and lenticel formation in pine seedlings: a possible avoidance mechanism to anaerobic growth conditions. **Physiol Plant**, v. 68, p. 540-550, 1986.

TORRES, R.B.; MATTHES, L.A.F.; RODRIGUES, R. R. 1994. Florística e estrutura arbórea de mata de brejo de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 17, 1994.

TOWNSEND, C.R.; BERGON, M.; HARPER, J.L. Fundamentos em ecologia. 2006.

VARTAPETIAN, B.B.; JACKSON, M.B. Plant adaptation to anaerobic stress. **Annals of Botany**, London, v. 79, p. 3-20, 1997.

VAYDA, A.P. Crescimento populacional e a capacidade de suporte, 1969.

VELOSO, H.P. Atlas florestal do Brasil. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1991.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, 1991.

VELOSO, H.P.; RANGEL-FILHO, A.T.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D.A. Espécies de matas ciliares com potencial para estudos de revegetação do alto Rio Grande, Sul de Minas. **Revista Árvore**, v. 17, p. 117-128, 1993.

VOESENK, L.A.C.J.; BANGA, M. ; THIER, R.H.; MUDDE, C.M.; HARREN, F.J M.; BLOOM, C. W. P. M. Submergence induced ethylene synthesis, entrapment and growth in two plant species with contrasting flooding resistances. 103, p.783-791, 1993.

WANG, D.; YATES, S.R.; ERNEST, F.F. Determining soil hydraulic properties using tension infiltrometers, time domain reflectometry, and tensiometers. **Soil Science**. Am. J, v. 62, p. 11-24, 1993.

WANG, J.; HESKETH, J.D.; WODLEY, J.T. Preexisting channels and soybean rooting patterns. **Soil Science**, Baltimore, v. 141, p. 432-437, 1986.

WILCOVE, D.S.; MCLELLAN, C.H.; DOBSON, A.P. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: Soulè, M.E.(ed.) *Conservation biology, the science of scarcity and diversity*. Sinauer Press, Massachusetts, p. 237-256, 1986.

WHITMORE, T.C. *An introduction to tropical rain forests*. Oxford: Clarendon Press, 1990.

YOUNG, A. *Agroforestry for soil conservation*. 3.ed. Nairobi: ICRAF, p. 276-278, 1994.

7 ANEXOS

7.1 Anexo 1 – Acervo fotográfico do projeto instalado na várzea da fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes. Fotografias de algumas fases do projeto durante os anos de Janeiro de 2006 a Janeiro de 2008.



Inga vera Wild (Ingá-comum), após inundação. Março de 2007.



Lonchocarpus muehlbergianus Hassl, após alagamento. Março de 2007.



Erythrina falcata Benth (bico-de-papagaio), após alagamento. Março de 2007.



Plantas alagadas após um período prolongado de chuvas. Março de 2007.



Lonchocarpus muehebergianus Hassl (feijão-cru). Maio de 2006.



Situação das plantas antes do alagamento. Dezembro/2006.



Bauhinia forficata Link (pata-de-vaca). Janeiro/2007.



Erythrina falcata Benth (bico-de-papagaio). setembro/2006



Plantas após período de inundação. Março de 2007.



Tratos culturais e monitoramento das mudas. Mensuração da altura, setembro de 2006.



Alagamento parcial da área após um período de chuva. Janeiro de 2008.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)