



Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

MANUAL PARA O MONITORAMENTO DE PARCELAS PERMANENTES NOS BIOMAS CERRADO E PANTANAL

Jeanine Maria Felfili
Fabrício Alvim Carvalho
Ricardo Flores Haidar

Brasília, dezembro de 2005.

Universidade de Brasília
Departamento de Engenharia Florestal
Caixa Postal 04357
70919-970 Brasília, DF – Brasil
Fax: (061) 3347 5458

Aquisição via: floresta@unb.br

Comitê editorial:

José Imaña-Encinas
Júlio César Sampaio da Silva

Projeto gráfico da capa: Fabrício Alvim Carvalho

Fotos: Cássia B.R. Munhoz, Christopher Fagg, Gabriel D. Vale, Henrique C. Borges-Filho, Jeanine M. Felfili, José R.R. Pinto, Maria A. Silva, Ricardo F. Haidar. Mapa dos biomas Cerrado e Pantanal - IBGE

Ilustrações: Fabrício Alvim Carvalho

Diagramação: Verônica Lacerda Arão

Colaboradores: Alexandre F. Silva (UFV), Andréa M. Líbano (UnB), Antônio A.J.F. Castro (UFPI), Ary T. Oliveira-Filho (UFLA), Cássia B. R. Munhoz (UCB), Cátia N. Cunha (UFMT), Geraldo A. Damasceno-Júnior (UFMS), Germano G. Neto (UFMT), Gilson F. Silva (UFES), Giselda Durigan (IF), Glein M. Araújo (UFU), Ionai Moura (UFG), Iria H. Ishii (UFG), Ivan Schiavini (UFU), Margaret N. Sato (UnB), Mário B. Ramos Neto (CI), Niro Higuchi (INPA).

Ficha Catalográfica

elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília

F312 Felfili, Jeanine Maria
Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal / Jeanine Maria Felfili, Fabrício Alvim Carvalho e Ricardo Flores Haidar. – Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

60 p.: il.

ISBN 85 – 87599 – ?? - ?

1. Inventário florestal contínuo. 2. Análise da vegetação. 3. Cerrado. 4. Pantanal. I. Carvalho, Fabrício Alvim. II Haidar, Ricardo Flores. III Título.

CDU 634.0

Tabela de conteúdo

1. Introdução	1
2. Métodos e procedimentos de amostragem	5
3. Parcelas permanentes – procedimentos práticos	18
4. Síntese das formações dos biomas cerrado e pantanal e abordagens metodológicas já utilizadas nessas formações	21
4.1. Cerrado sensu stricto	21
4.2. Cerradão	26
4.3. Matas de galeria	27
4.4. Matas ciliares	32
4.5. Florestas estacionais	33
4.6. Carrasco	36
4.7. Campos	37
4.8. Veredas	41
4.9. Informações e proposições adicionais sobre as formações vegetais do pantanal	42
5. Referências bibliográficas	47
anexo 1 – fisionomias dos biomas cerrado e pantanal	52
anexo 2 – formulário de campo para remedição de parcelas permanentes	53

Os biomas Cerrado e Pantanal compõem-se de um mosaico vegetal onde se intercalam formações savânicas, lenhosas e campestres, formações florestais e vegetação aquática (Eiten 1972). A estacionalidade é um importante determinante da vegetação dos biomas, uma vez que os níveis de precipitação anual são, em geral, intermediários entre o Tropical úmido e o Semi-árido, variando de 700 a quase 2000 mm (INMET 2005). Já em partes do Pantanal, o clima se aproxima do Semi-árido, com precipitações de 700 a 1200 mm (INMET 2005), sendo o regime de inundação o fator responsável pelas comunidades vegetais hidrófilas. A presença de fragmentos naturais de florestas estacionais semidecíduais e decíduais incluindo até cactáceas em sua flora, tanto no bioma Cerrado como no Pantanal, vincula-se a solos mais férteis, estacionalidade acentuada e menores níveis de precipitação. Grande parte do Pantanal é coberta por vegetação savânica de cerrado (Dubbs 1994), enquanto que as formações florestais são também bastante representativas em ambos os biomas (Pott & Pott 2003), oferecendo uma ampla gama de habitats, paisagens e produtos madeireiros e não madeireiros.

Vegetações de natureza distinta requerem a adoção de metodologias apropriadas que reflitam suas características morfológicas e estruturais (Felfili et al. 2001). Muitas das variáveis utilizadas em inventários florestais foram desenvolvidas para ambientes temperados de modo que se torna necessário decidir onde e como mensurar para obter dados compatíveis com a base metodológica adotada. Um exemplo é o cálculo do volume das árvores individuais, que deriva da área basal multiplicada pela altura e corrigida pela forma das árvores. A área basal, por sua vez, é calculada pela fórmula da área do círculo. Se a secção da árvore for elíptica, o uso da medição do perímetro da árvore vai gerar valores superiores à realidade. O cálculo do volume real, para corrigir a forma da árvore, deve ser baseado na medição de segmentos cilíndricos, difíceis de serem obtidos em troncos tortuosos, mas facilmente obtidos em troncos retilíneos. Para vegetações com múltiplos troncos, oriundos de um extenso sistema radicular sob o solo, torna-se também difícil definir o que é um indivíduo. O cálculo de incrementos em troncos tortuosos, ou com secções elípticas com casca espessa e sujeitas a queimadas ocasionais torna-se bastante impreciso para medidas repetidas em intervalos curtos de tempo.

Mesmo em um determinado bioma, metodologias padronizadas devem preceder os inventários florestais das diferentes fitofisionomias. Por exemplo, o Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado vem executando amostragens padronizadas para cada tipo fitofisionômico dentro e entre os mais de 70 sistemas de terras descritos para o bioma Cerrado, e em cada uma de suas 25 unidades fisiográficas (Felfili & Silva Júnior 1993, 2001; Felfili *et al.* 1994, 1997a, 2004). O projeto adota como proposta metodológica básica a padronização das unidades amostrais e esforço de coleta (Felfili *et al.* 1994; Felfili *et al.* 2001). Esta padronização é importante para a comparação adequada entre as variáveis desejadas, e tem levado à conclusão da existência de heterogeneidade espacial no bioma e grande variabilidade na vegetação entre seus sistemas de terra, especialmente para matas de galeria e cerradões. Uma outra proposta metodológica é a implantação de parcelas permanentes para monitoramento da vegetação, que vem sendo utilizadas em estudos em cerrado *sensu stricto* (Felfili & Silva Júnior 1988, 1992; Felfili *et al.* 2000), matas de galeria (Felfili & Silva Júnior 1992; Felfili 1994, 1995, 1997) e florestas estacionais decíduais (Scariot & Sevilha 2000; Nascimento *et al.* 2004).

Deve-se considerar que parcelas permanentes são áreas permanentemente demarcadas em determinada vegetação e mensuradas periodicamente com vistas à obtenção de estimativas de mudanças em estoque e volume da vegetação, podendo-se incluir também parcelas experimentais (Alder & Synnot 1992, Curtis & Marshall 2005). Além dessas variáveis, pode-se obter estimativas que permitam verificar mudanças na diversidade, estrutura fitossociológica (Felfili & Rezende 2003), biomassa, taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade (Felfili 1994), seqüestro de carbono ou outras variáveis (Alder & Synnot 1992). A figura 1 exemplifica algumas das aplicações das parcelas permanentes em estudos de manejo florestal.

O monitoramento de parcelas permanentes permite programar a colheita de produtos madeireiros e não madeireiros com previsão da produção florestal e, conseqüentemente, tornar possível prever o retorno econômico da floresta sob manejo. Conforme Alder & Synnot (1992) a previsão de retorno econômico incrementa as possibilidades da floresta ser efetivamente manejadas, em vez de ser convertida em agricultura ou outras atividades. Os autores ponderam que o monitoramento das flutuações nas florestas naturais auxilia no manejo

da vida selvagem em unidades de conservação. A avaliação continuada da biodiversidade é outro produto dos inventários contínuos de grande valor para a conservação da natureza e que está cada vez mais sendo demandada nos inventários florestais (Curtis & Marshall 2005).

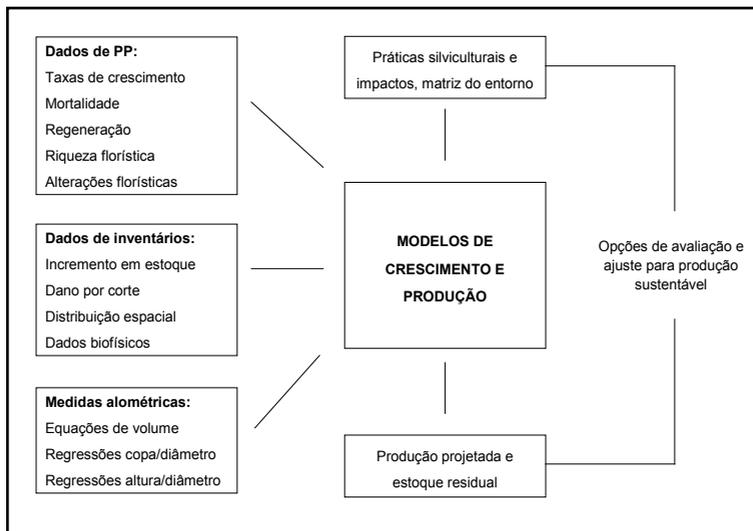


Figura 1 – Aplicações das parcelas permanentes (PP) no manejo florestal. Adaptado de Alder & Synnot (1992).

Neste trabalho são apresentadas sugestões para monitoramento da dinâmica da vegetação dos Biomas Cerrado e Pantanal em função da natureza distinta da vegetação, visando obter-se estimativas acuradas da diversidade, estrutura e dinâmica pelo estabelecimento, mensuração e monitoramento de parcelas permanentes e pela realização de inventários repetidos ao longo do tempo.

PREMISSAS:

1. As parcelas permanentes devem ser estabelecidas no mesmo tipo de formação vegetal (ex: cerrado *sensu stricto*, mata de galeria, etc), ou seja, as amostragens devem ser feitas por tipologia.
2. Em ecótonos e ambientes naturalmente ou artificialmente fragmentados, as parcelas devem também ser implantadas por tipo de formação vegetal.
3. As parcelas de área fixa, de preferência retangulares ou quadradas, devem ser usadas nos inventários contínuos, pois permitem a análise de maior número de parâmetros de dinâmica do que pontos quadrantes ou outras parcelas de área variável.
4. A variabilidade estrutural e florística que ocorre naturalmente em uma formação vegetal requer o uso de inventários contínuos com parcelas permanentes para a detecção de mudanças temporais.
5. A identificação das plantas inventariadas nas parcelas deve ser baseada em coletas de material botânico fértil, que deve ser depositado em herbário e ter confirmação por especialistas.

A eficiência na amostragem de uma vegetação é altamente dependente dos métodos empregados, uma vez que a intensidade da amostragem pode refletir nos parâmetros a serem estimados. Por isso, o tipo de amostragem deve ser determinado de acordo com a natureza dos organismos a serem investigados. Por exemplo, se o desejável é estimar a riqueza de espécies em determinado ambiente heterogêneo (como a maioria das formações florestais tropicais), é preferível usar um grande número de unidades amostrais pequenas do que um pequeno número de unidades amostrais grandes. O tamanho mínimo de uma unidade amostral deve ser aquele que reflita a estrutura da comunidade, e a amostragem deve ser suficientemente grande para representar adequadamente a diversidade da área estudada. Para isso, as unidades amostrais, que podem ser parcelas, devem conter as variações naturais da fisionomia, áreas mais fechadas, mais abertas, de modo que a variância entre parcelas seja minimizada. Para representar uma floresta ou um trecho de floresta definido como universo amostral, as parcelas devem ter oportunidade de serem sorteadas em qualquer ponto do trecho ou, se a opção for pela sistematização, esta deve abranger todo o trecho.

Uma comunidade abrange um conjunto de populações de espécies. A distribuição geográfica de uma população é sigmóide, ou seja, apresenta poucos indivíduos nas áreas críticas onde sua distribuição inicia e termina, e um máximo no território ótimo para a sua ocorrência. Assim, quando um universo amostral é delimitado, pode-se ter apenas segmentos de algumas populações, assim como outras contidas integralmente no espaço. As espécies abundantes são, em geral, aquelas que se encontram no ótimo de sua ocorrência (Felfili & Rezende 2003). Para uma amostragem eficiente da comunidade, é necessário conhecer os princípios básicos de amostragem e os métodos de amostragem a serem adotados, além de ter uma visão geral da estrutura da comunidade a ser estudada. Abaixo seguem alguns destes princípios e métodos.

2.1. Unidades amostrais: alguns conceitos

Universo amostral: o espaço delimitado ou área de interesse

do estudo (Ex: uma floresta, um trecho de floresta, ou as florestas de determinado município).

Amostra: o conjunto de unidades amostrais.

Unidade amostral: a fração mínima representativa de estudo. Pode ter área:

- **Fixa** – parcelas, transecções (“transectos”).
- **Variável** – pontos quadrantes, pontos de Bitterlich.

Área fixa – tamanho de parcelas: varia em função da estrutura da vegetação. Para a parcela ser representativa deve englobar as variações florísticas e estruturais da vegetação, ou seja, deve ser “uma maquete”. Não deve ser muito grande, de modo que dificulte a existência de repetição e a orientação dentro da mesma, nem muito pequena, de modo que não abranja a variação florístico-estrutural da vegetação (Ex: no cerrado *sensu stricto* deve englobar áreas cobertas com copas de árvores e áreas abertas – parcelas de 20 x 50 m).

Área fixa – forma das parcelas: basicamente, as parcelas podem ser retangulares (maior efeito de borda, mais alongadas, podem captar mais os efeitos dos gradientes, podem facilitar a orientação dos trabalhadores nas parcelas), quadradas (maior área interna protegida do efeito de borda) ou circulares (para um mesmo perímetro engloba maior área).

Área variável – distância entre pontos quadrantes: mesmo princípio, pode ser calculada pela fórmula que considera o espaçamento entre plantas. A distância entre pontos deve respeitar a estrutura da comunidade, ou seja, para vegetação mais esparsa utilizar maior espaço entre pontos e vice-versa. A fórmula original para distâncias mínimas entre plantas é dada por determinado número aleatório de passos, mas esta pode gerar estimativas tendenciosas (Silva-Júnior 1984). A fórmula sugerida por Martins (1979) é obtida pela medição de 50 distâncias entre indivíduos com diâmetro mínimo de 5 cm, partindo-se de um primeiro para um segundo mais próximo, e deste para um terceiro mais próximo do segundo, e assim conseqüentemente, não importando a direção tomada, até se obter as 50 medições. A distância média entre os pontos é multiplicada por dois para obtenção das distâncias mínimas entre os pontos. Por medida de segurança pode-se acrescentar mais alguns metros ao valor obtido para a distância mínima entre os pontos. O número de pontos a serem alocados dependerá da heterogeneidade e riqueza florística

da área estudada, podendo ser estimada a partir da curva espécie-ponto, partindo-se de um estudo piloto. É um método com limitações para estudos de dinâmica uma vez que só fornece informações sobre incrementos das árvores incluídas na amostragem e mortalidade não permitindo verificar recrutamento e outros parâmetros.

2.2. Inventários repetidos no tempo: conceitos e recomendações

Inventário contínuo: amostragem de vegetação com parcelas permanentes que são remedidas periodicamente.

Inventários sucessivos: amostragem de vegetação com parcelas permanentes ou temporárias ou com parte das parcelas permanentes e parte temporárias.

Periodicidade das medições: remedições periódicas de parcelas permanentes ou temporárias em um mesmo local. Medições de diâmetros com fitas ou sutas devem ser realizadas com uma periodicidade que permita detectar incrementos e não perda de umidade, perda de casca etc. Nos inventários contínuos de cerrado e de matas de galeria (Felfili 1995, Felfili *et al.* 2000) utilizam-se intervalos de três anos. A experiência tem demonstrado que esse intervalo poderia ser ampliado para até 5 anos em matas de galeria, mas para cerrado, onde há muita perda de casca e freqüentes queimadas, não seria desejável ampliá-lo. Por outro lado, intervalos menores que três anos seriam inadequados para captar mudanças em crescimento diamétrico, uma vez que erros de medição devido à forma tortuosa do tronco, cascas ásperas e irregulares que se soltam do tronco provocam modificações nos valores sem nenhuma relação direta com o crescimento. Para a elaboração de prognoses de crescimento e produção é desejável que as avaliações sejam realizadas a intervalos constantes.

Época de Medição: no bioma cerrado, devido a estacionalidade climática, há grande variação na espessura de cascas entre as épocas secas e chuvosa, tanto nas fisionomias de cerrado, como nas matas, recomendando-se assim que as parcelas permanentes sejam sempre medidas na época seca. Nas fisionomias campestres, recomenda-se que sejam feitas medições repetidas ao longo do ano para capturar as plantas efêmeras na amostragem. No Cerrado e Pantanal deve ser efetuada no mínimo amostragem no auge e no final das chuvas.

Nomenclatura botânica: em estudos de dinâmica, a identificação botânica torna-se mais aprimorada e a nomenclatura botânica muda ao longo do tempo. Desta forma, o banco de dados deve ser atualizado continuamente, e os sistemas de coleta, herborização, depósito em herbário e revisão da nomenclatura devem ser contínuos.

Mortalidade: o controle da mortalidade deve ser atualizado, uma vez que em certas ocasiões de inventário uma árvore pode ser dada como morta e, posteriormente, ser detectado que a mesma estava viva.

Alvos móveis: algumas fisionomias do Pantanal são móveis. No rio Paraguai, por exemplo, existem “ilhas de vegetação” que se movem com o tempo.

Contexto na paisagem: as paisagens dos biomas estão cada vez mais fragmentadas, de modo que a vegetação natural, por efeito de borda, pode ser invadida por espécies exóticas, especialmente no seu estrato herbáceo, tornando as parcelas permanentes fontes para a avaliação do impacto da fragmentação, para estudos de competição de plantas. O caráter fragmentado da vegetação impõe muitas vezes a necessidade de uso de parcelas de pequeno tamanho. Daí a vantagem de sempre subdividir as parcelas em quadrículas de 10 x 10 m para efeito de controle das medições (figura 2). A delimitação de quadrículas menores permite a comparação de inventários que adotam parcelas de tamanhos diferentes pela composição de diferentes tamanhos de parcela de um dado inventário, a partir das quadrículas. O controle da medição pode-se dar pela inclusão do número da quadrícula no formulário (vide anexo).

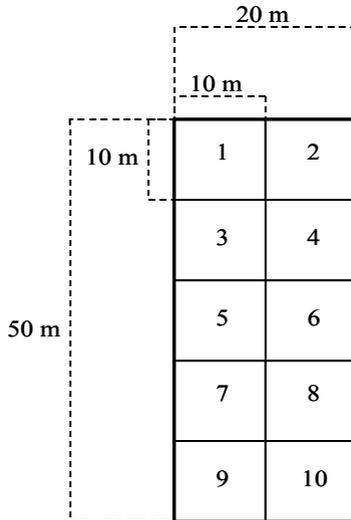


Figura 2 - Parcela de 50 x 20 m subdividida em 10 quadriculas de 10 x 10 m.

2.3. Princípios básicos de amostragem

Felfili & Rezende (2003) citam os seguintes princípios:

Repetição: deve-se usar mais de uma unidade amostral para checar a variabilidade entre elas;

Casualização: as unidades amostrais devem ter a chance de serem posicionadas em qualquer ponto do universo amostral;

Controle local: em ambientes distintos deve haver estratificação para refletir a variabilidade e o conseqüente esforço amostral.

2.4. Protocolo mínimo discutido pela Comissão de Fitossociologia da Sociedade Botânica do Brasil

Um trabalho de levantamento ou inventário florestal deve conter:

- Coordenadas geográficas;
- Altitude;
- Clima (baseado em determinado sistema; precipitação, temperatura, duração do período seco, e outros, especificando a estação meteorológica e suas características, seria temporal, localização, altitude);
- Solos (pelo menos o tipo de solo);

- Unidade geomorfológica (informar a unidade geomorfológica, a posição da vegetação na paisagem, a proximidade de cursos e corpos d'água);
- Localização da área amostral na vegetação (croqui);
- Tipo de vegetação (baseado em determinado sistema);
- Método empregado (sistema de amostragem);
- Histórico do trecho estudado;
- Inclusão de todas as espécies amostradas nas tabelas fitossociológicas.

Devem constar também as informações sobre a abrangência e suficiência amostral através dos seguintes itens:

- Definição de área amostral com croqui (universo amostral);
- Definição do sistema de amostragem (aleatório, sistemático, estratificado, duplo estágio, etc.);
- Definição das unidades amostrais (área fixa ou variável). Se for fixa, incluir tamanho e forma das unidades (parcelas);
- Número mínimo de unidades amostrais para possibilitar análises estatísticas;
- Definição dos limites de inclusão.

É igualmente necessário o embasamento teórico sobre:

- Comunidades;
- Teoria de amostragem;
- Compromisso com a conservação e boas práticas de manejo na área de estudo e seu entorno.

2.5. Principais métodos de amostragem:

Felfili & Rezende (2003) descrevem os seguintes métodos:

2.5.1. Amostragem aleatória (ou inteiramente casualizada):

Todas as unidades amostrais têm a mesma chance de ocorrer.

Pré-requisito:

- Ambiente uniforme (Ex: uma mesma fitofisionomia)

Procedimento:

- Delimite o universo amostral (Ex: trecho de uma cabeceira de um rio potiguar, 500 ha mapeados);
- Sobreponha uma grade de unidades amostrais sobre a área amostral;
- Sorteie uma amostra (conjunto de unidades amostrais)(Ex: 50 parcelas de 10 x 50 m);

- Calcule a intensidade amostral (n) segundo um limite de erro e nível de probabilidade estabelecidos. Mais comum 10% a 95% de probabilidade para a variável de interesse;
- Complemente a amostragem se necessário; calcule o intervalo de confiança para o total;
- Monte a tabela fitossociológica, curvas de distribuição de diâmetros e alturas, etc.
- Lembre-se de que as medidas de precisão foram calculadas para os valores totais da comunidade para a variável selecionada (ex: densidade). Para saber a precisão por espécie deve-se calcular para cada espécie.
- Caso o ambiente seja desuniforme, utilize os recursos disponíveis (mapas, fotos aéreas e imagens de satélites) para separar os diferentes tipos de ambientes. Use a amostragem estratificada (Ex: uma área que contenha mata de galeria e cerradão).

2.5.2. Amostragem estratificada:

Pré-requisito:

- Ambiente não uniforme (Ex: duas fitofisionomias)

Procedimento:

- Divide-se a área total em estratos distintos;
- Delimitam-se os estratos;
- Sorteiam-se as unidades amostrais nos estratos;
- Calculam-se as médias e desvios-padrão por estrato;
- Calculam-se as médias e desvios-padrão ponderados pela área de cada estrato em relação à área total;
- Calcula-se a intensidade amostral, erros amostrais e intervalos de confiança segundo os mesmos princípios da amostragem aleatória;
- Caso não seja possível estratificar e a área seja extensa e desconhecida, recorre-se às amostragens seguintes.

Obs.: *O que é uma média ponderada?* Suponha que no exemplo anterior a área contendo floresta de terra firme totalizou 200.000 ha e a área contendo campinarama 350.000 ha. Portanto, o universo de estudo totalizou 550.000 ha. Ao calcular as densidades das duas fitofisionomias os valores foram de 1200 ind.ha⁻¹ e 700 ind. ha⁻¹ respectivamente. A média estratificada para a região inteira seria:

$$\bar{Y}_{st} = (200.000/550.000*1200)+(350.000/550.000*700) = 882$$

2.5.3. Amostragem em múltiplos estágios:

Pré-requisito:

- Área extensa e desconhecida onde não é possível estratificar. Consiste em dividir a área em grandes porções, sortear as porções e as unidades amostrais dentro das porções (ex: amostragem em duplo estágio).

Procedimento:

- Sorteiam-se as unidades primárias;
- Sorteiam-se as unidades secundárias dentro das unidades primárias;
- Calculam-se as médias e variâncias [a variância total é composta da soma das variâncias dentro (entre as unidades secundárias) e entre as unidades primárias];
- Caso exista um gradiente muito forte para ser analisado (ex: uma área de difícil acesso e delimitação) – utiliza-se a amostragem sistemática.

2.5.4. Amostragem sistemática:

Pré-requisito:

- Existência de um gradiente forte para ser analisado e dificuldade de acesso.

Procedimento:

- Aloca-se a primeira unidade amostral e sistematicamente as demais
- Vantagem: pode cobrir de modo uniforme um gradiente (Ex: topo e base de morro; córrego até margem de mata de galeria)
- Desvantagem: apenas a primeira unidade amostral pode ter a chance de ser localizada aleatoriamente. As outras posições são pré-determinadas. Do ponto de vista estatístico não apresenta graus de liberdade, não sendo possível o cálculo da variância.
- Paliativo: calcula-se a variância como se a amostragem fosse aleatória e a usa como estimativa.

2.5.5. Pré-amostragem ou inventário-piloto:

Faz-se o inventário piloto com um certo número de unidades amostrais, pelo menos dez, para obter-se uma estimativa da variância que permita o cálculo do número ideal de unidades amostrais, para que o inventário atenda a um determinado nível de probabilidade, em geral, 95%, e a um limite de erro pré-estabelecido, em geral 10%. Seguem abaixo as etapas a serem cumpridas na implementação (Felfili & Rezende 2003):

- Define-se a unidade amostral;
- Aplica-se um número de parcelas que, conforme bom senso e consulta à literatura, seria suficiente para avaliar a variação existente na área;
- Define-se o método de amostragem;
- Calcula-se o desvio padrão e aplica-se na fórmula;
- Realiza-se o inventário definitivo com a intensidade amostral (n) encontrada;
- Utiliza-se um mínimo de 10 unidades amostrais para o cálculo da variância com pelo menos nove graus de liberdade;
- O número mínimo desejável de plantas em uma unidade amostral (parcela) deve ser 30, se esta não for contígua, pois é necessário captar a variabilidade de espaçamentos e tamanhos para se ter uma fração mínima representativa da vegetação.

2.5.6. Procedimentos de amostragem: alguns conceitos e considerações estatísticas

Graus de liberdade: Número de unidades amostrais sorteadas menos um. Ou seja, só teremos graus de liberdade para calcular a variância se fizermos sorteio das parcelas ou pontos. Ao realizar uma amostragem sem tendência, do ponto de vista estatístico, temos que dar chance de todas as parcelas da amostra ocorrer em qualquer ponto do universo amostral (área de estudo) mesmo assim, por estarmos trabalhando com amostra ao invés de fazer censo já perdemos um grau de liberdade. Caso contrário, podemos fazer uma estimativa da variância usando as fórmulas convencionais, mas sem validade estatística.

Censo: Deve-se fazer levantamento por censo (quando são mensurados todos os indivíduos existentes na área) quando a área for pequena e houver disponibilidade de tempo e recursos.

Curva espécies x área: Tem sido usada para verificar a abrangência florística da amostragem, mas é muito influenciada pela amostragem.

Escala do inventário: varia em função de objetivos, precisão e custos do inventário.

Extrapolação dos resultados de um levantamento: Só é possível extrapolar os resultados de uma amostragem para o universo que foi previamente delimitado, onde todas as unidades amostrais tiveram a mesma chance de ocorrerem. Não é possível extrapolar os resultados de blocos únicos subdivididos em parcelas contíguas.

Parcelas contíguas em transectos ou linhas de amostragem ou em blocos subdivididos: Estas parcelas não apresentam independência estatística, a unidade amostral do ponto de vista estatístico é o bloco maior ou o transecto.

Estratificações “a posteriori” ou pós-estratificações: Pode-se amostrar uma área onde não se dispõe de mapas, fotos aéreas e imagens de satélite, e posteriormente usar as próprias unidades amostrais georeferenciadas, além do reconhecimento de campo, para identificar e delimitar as fisionomias que irão compor cada estrato.

Quantidade de unidades amostrais: a decisão pode ser baseada em um limite de erro estabelecido, conforme um determinado nível de probabilidade para uma determinada variável (ex: um limite de 10% de erro a 95% de probabilidade para a variável densidade). Em função deste limite e da variância obtida em uma pré-amostragem, calcula-se a intensidade amostral (n), que é o número de unidades amostrais necessárias para compor uma amostra que seja o limite de erro estipulado.

Número mínimo de parcelas: Para o cálculo da variância, o número mínimo de parcelas em um inventário exploratório é dez, para cálculo de estatísticas como análise de regressão, é desejável pelo menos 30 parcelas de modo que se recomenda a utilização de 30 ou mais parcelas ou pontos para um inventário contínuo com parcelas permanentes. Experiências têm demonstrado que um mínimo de 50 unidades amostrais ou parcelas tem sido mais adequado para ambientes tropicais. Lembrando que para inventários florestais em florestas tropicais é desejável que a área da amostra (conjunto de parcelas ou unidades amostrais) seja de um hectare.

Pontos quadrantes – Considerar que os pontos quadrantes incluem apenas 4 plantas, sendo necessário um número maior de pontos do que parcelas para incluir porção equivalente da comunidade. Em pontos quadrantes não é possível verificar o ingresso de novos indivíduos em estudos de dinâmica, apenas a mortalidade e o crescimento.

Número mínimo de plantas em uma unidade amostral: Para pontos quadrantes o número de plantas já é pré-definido como quatro. Para parcelas, partindo-se do princípio de que cada unidade deve refletir a estrutura da vegetação, recomenda-se que uma parcela em condição típica da vegetação em estudo inclua pelo menos 30 plantas, pois este conjunto de plantas, com espaçamento naturalmente diferenciado, refletirá a estrutura da

vegetação. O mesmo se aplicando para as subparcelas para amostragem de regeneração natural, de modo que as subparcelas para os diferentes estágios de estabelecimento tenham sua área reduzida em função da densidade dos indivíduos.

Subparcelas para amostragem de Regeneração natural: As subparcelas para amostragem de regeneração natural deverão ter tamanho reduzido, proporcional ao menor espaçamento e à maior densidade das plantas jovens. Estas devem refletir a estrutura e composição florística da regeneração das diferentes classes de tamanho. Sugere-se definir os limites de inclusão nas parcelas de diferentes tamanhos em função da expectativa de sucesso no estabelecimento das plantas jovens e respectivos portes. Ex: Plântula, muda, arvoreta, árvore e definir tamanhos de parcelas que permitam a inclusão de 30 ou mais indivíduos nas parcelas.

Precisão da amostragem: É possível inferir sobre a precisão da amostragem pelo erro padrão, em percentagem, medindo a variação em torno da média e pelo intervalo de confiança, através da margem de variação em que a média verdadeira ocorreria, no caso de um censo, conforme o nível de probabilidade adotado.

Sistematização: Pode-se usar o arranjo sistemático no contexto da amostragem estratificada e em múltiplos estágios, mas perde-se a possibilidade do cálculo da variância. Usa-se o cálculo apenas como estimativa de variância.

Tendência: Os resultados de uma amostragem são aplicados para o universo amostral delimitado previamente e vão ser mais ou menos tendenciosos conforme os métodos utilizados.

Uso de médias aritméticas: O uso de médias aritméticas pressupõe que os dados apresentem distribuição normal. Por essa razão, não é apropriado usar médias aritméticas para representar a tendência central da distribuição de diâmetros de uma comunidade de plantas nativas, uma vez que a mesma não apresenta distribuição normal e sim distribuição de Poisson ou J-reverso. O valor da média aritmética, neste caso, não representa a tendência central, pois a maioria dos dados está nas menores classes. Os incrementos em diâmetro também não apresentam distribuição normal, sendo mais apropriado o uso das medianas e amplitude. Os gráficos tipo "box-plot" facilitam a análise desse tipo de dados.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

Recomenda-se a utilização de parcelas como unidades amostrais permanentes. Estas podem possuir diferentes formatos (circulares, quadradas, retangulares, combinações de formatos em agrupamentos), e ser usadas em diferentes situações. No entanto, por uma série de razões, recomenda-se o uso de parcelas com formatos quadrados ou retangulares, principalmente pela facilidade de alocação. Pontos quadrantes apresentam sérias dificuldades quanto à análise temporal. Por exemplo, não há como analisar recrutamento, razão pela qual devem ser evitados como unidades amostrais permanentes.

A alocação de parcelas permanentes deve obedecer a critérios de cobertura geográfica, realizada com auxílio de ferramentas como imagens de satélites ou fotos aéreas, aparelhos de georeferenciamento (GPS) e expedições de campo para confirmação das condições da vegetação representada pelas imagens ou fotos.

Por exemplo, o estabelecimento de parcelas permanentes dentro do Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado obedece a critérios de cobertura geográfica de pontos extremos dentro dos sistemas de terra propostos por Cochrane (1985) e da baixa disponibilidade de áreas com vegetação natural, sob baixo impacto antrópico. Uma adaptação do método *Gradsect* (Austin & Heyligers 1990) é usada para a seleção dos pontos de amostragem em cada área selecionada. Os principais eixos rodoviários são tomados como base. Procura-se abranger ao máximo a variabilidade florístico-estrutural de cada fitofisionomia.

Para a alocação das parcelas procura-se manter distância dos limites para evitar o efeito de borda. As parcelas são demarcadas com canos de ferro galvanizado com cerca de 1,20 m de altura, para delimitação dos vértices da parcela e localização das linhas a serem estabelecidas. As linhas e parcelas são identificadas por placas de alumínio, enumeradas sequencialmente, fixadas nos canos. Deve-se identificar as vias de acesso às parcelas (trilhas), para facilitar o retorno em futuras remediações.

Durante as remediações é possível a utilização de barbante ou fio de *nylon* para delimitar a parcela e facilitar a orientação durante o levantamento; Além disso, é necessária a reposição dos materiais

perdidos ou deteriorados dentro das parcelas, como marcadores dos vértices e placas de alumínio que enumeram os indivíduos inclusos no levantamento. Sugere-se a utilização de pelo menos duas trenas para facilitar a marcação das parcelas e orientação de quem estiver realizando o levantamento.

Para marcar as árvores deve-se usar material resistente ao fogo, como, por exemplo, arame galvanizado, latão ou alumínio grosso. Para afixar plaquetas nas plantas de pequeno diâmetro, usar arame torcido em forma de “S” de modo que não venha a estrangular a planta no futuro. Pregos devem ser afixados a uma certa distância padronizada do ponto de medição de diâmetro, para evitar mensurar área com calosidades que venham a surgir em decorrência da colocação do prego e devem ser batidos nas árvores de forma perpendicular à sua superfície, para evitar entrada de microorganismos e fungos.

As etiquetas devem ser amarradas voltadas para a linha central, para facilitar seu reencontro nos recensos. As árvores devem ser medidas e marcadas em seqüência na parcela, também para facilitar o reencontro. É útil usar etiquetas com números relativamente grandes, porque as plaquetas acumulam sujeira com o tempo e fica difícil ler números muito pequenos.

Parcelas maiores que 10 x 10 m devem ser quadriculadas em subparcelas com essa dimensão (figura 2) e as árvores mensuradas devem ser identificadas pelas quadriculas nos formulários para possibilitar maior controle nas medições e também possibilitar comparações com outros inventários com metodologias diferentes uma vez que as quadriculas podem ser compostas de modo a representar diferentes tamanhos de parcelas.

As árvores devem ser mapeadas nas parcelas por um sistema de coordenadas X/Y. Nos inventários contínuos em mata de galeria (Felfili 1995), estendeu-se uma trena no eixo central da parcela e considerou-se a distância da perpendicular árvore-linha central da parcela como distância X e desse ponto ao ponto zero da linha central como distância Y.

Durante a medição e marcação dos indivíduos nas parcelas permanentes deve-se observar detalhes que possam vir a complementar as análises, tais como evidências de perturbações, tipo de solo, rochiosidade, inclinação do terreno, proximidade de cursos d'água ou nascentes, abertura de dossel, presença de espécies invasoras, dentre outros.

Durante a remedição das parcelas permanentes é extremamente importante levar a planilha de dados das medições anteriores para evitar

erros. Deve-se registrar o máximo de informações sobre o indivíduo remedido, como por exemplo, se perdeu casca, morreu, está secando, possui tronco irregular, está em terreno inclinado, etc. Estas informações são muito úteis para evitar vieses na análise dos dados. O modelo de formulário de campo para remedição de parcelas permanentes encontra-se no anexo 2.

Na análise da dinâmica deve-se checar a consistência dos dados, verificar se existem incrementos discrepantes por serem muito elevados ou negativos. Uma vez detectados estes incrementos, deve-se verificar nas anotações de campo as anomalias que deram origem à discrepância. No cálculo dos incrementos médios, medianos e outros, deve-se retirar estes dados discrepantes, pois eles mascaram as taxas reais. As árvores que apresentam defeitos ou discrepâncias que impedem o cálculo dos incrementos devem ser usadas nas análises de sobrevivência. Lembrando que em cada análise deve ser especificado o número de indivíduos (n) utilizado. Deve-se também explicar na metodologia do trabalho que foram eliminados dos cálculos de incrementos os dados discrepantes.

Abordagem Metodológicas já utilizadas nessas formações

Os biomas Cerrado e Pantanal compõem-se de um mosaico vegetacional onde se intercalam formações savânicas lenhosas e campestres, formações florestais e vegetação aquática (anexo 1). Segue abaixo a descrição de fisionomias que ocorrem nos dois biomas e as abordagens metodológicas já adotadas para a mensuração de suas vegetações. Sugere-se que estas sejam consideradas quando da implantação de parcelas permanentes de modo que sejam possíveis comparações diretas entre os resultados dos inventários contínuos realizados nos Biomas Cerrado e Pantanal.

4.1. Cerrado *Stricto Sensu*

4.1.1. Descrição da fisionomia:

O cerrado *sensu stricto* caracteriza-se por uma camada herbácea com predominância de gramíneas e por uma camada lenhosa, que varia de 3-5m de altura, com cobertura arbórea de 10 a 60% (Eiten 1972). As duas camadas são ricas em espécies, porém as epífitas são raras. A densidade varia de 600 a 1200 plantas lenhosas com diâmetro a partir de 5 cm por hectare. A regeneração natural de árvores é esparsa. As herbáceas e arbustivas formam uma camada espessa, especialmente as gramíneas, sendo difícil distinguir indivíduos, tanto na camada arbustivo-arbórea como na herbácea, pois muitas estruturas aéreas são brotações de uma mesma raiz. Na camada arbustivo-arbórea pode ocorrer que troncos distantes entre si em vários metros podem ser provenientes de uma mesma matriz, por brotação de raiz (Felfili *et al.* 2002). O cerrado *sensu stricto* é a fisionomia savânica mais visada para fins agropecuários, restando hoje apenas fragmentos de tamanhos diversos e sob diferentes níveis de perturbação.

O cerrado *sensu stricto* evolui com a ocorrência de queimadas naturais e, portanto, a flora é adaptada a esse fenômeno. Muitas plantas que se reproduzem vegetativamente possuem vigorosas estruturas subterrâneas, tais como xilopódios e rizomas, que lhes asseguram a sobrevivência, mesmo que toda a estrutura aérea seja queimada. Várias espécies arbóreas possuem cascas grossas e

camadas de cortiça que protegem o floema do fogo. Os incêndios tendem a ocorrer na estação seca e sua intensidade e abrangência dependem do material combustível. As queimadas além de alterarem a densidade de plantas das camadas arbustivo-arbóreas, reduzindo-a caso ocorram com grande frequência (Felfili *et al.* 2000), modificam bastante a morfologia e estrutura da casca das espécies lenhosas, queimando o súber e tornando a forma mais irregular após a passagem do fogo, fazendo com que análises de incremento em diâmetro medidas a partir de medições consecutivas sejam imprecisas.

O cerrado *sensu stricto* ocorre predominantemente em Latossolos profundos e bem drenados e Neossolos Quartzarênicos, mas pode ocorrer também em Cambissolos e Solos Litólicos (Reatto *et al.* 1998), sobre afloramento de rochas, entre fendas de rochas, apresentando uma densidade de troncos com dimensões similares àquelas atingidas por esta fisionomia nos Latossolos, mas com diferenciações na composição florística.

4.1.2. Abordagens metodológicas:

Para a análise da vegetação do cerrado *sensu stricto* é adotado, para as parcelas permanentes da Fazenda Água Limpa (Brasília-DF), estabelecidas em 1985, e outras permanentes e temporárias inventariadas no âmbito do Projeto Biogeografia do bioma Cerrado, o sistema aleatório das unidades amostrais com parcelas de 20 x 50 m (figura 4). A opção pelo tamanho e forma de parcela deveu-se à estrutura da vegetação arbórea, cuja distribuição é geralmente esparsa e muitas vezes em grupos de indivíduos, formando manchas de árvores intercaladas com manchas campestres, contando também com árvores isoladas de grande porte em relação às demais. Uma parcela desse tamanho apresenta a possibilidade de conter todas essas características, representando assim a estrutura da vegetação e também a composição florística. O formato retangular facilita o controle da mensuração. O caráter fragmentado da vegetação dificulta um sorteio das parcelas. Por isso após a delimitação do universo amostral, verificação em mapas e imagens, é necessário o reconhecimento de campo em áreas extensas para posterior distribuição das parcelas.

Para a vegetação arbórea, todos os indivíduos lenhosos com $db \geq 5$ cm (db = diâmetro a 30 cm do nível do solo), exceto lianas, palmeiras e espécies do gênero *Vellozia* (canelas-de-ema), são considerados árvores e amostrados.

Utiliza-se o diâmetro a 30 cm do solo devido ao pequeno porte das espécies de cerrado, algumas delas nem atingindo 1,30m, padrão convencional de medição de diâmetros em florestas. E, também, porque muitos troncos bifurcam-se próximos ao solo. Com a medição a 30 cm do solo, evitam-se também as expansões radiculares. Mede-se o diâmetro com suta e não a circunferência com fita de costureira ou fita diamétrica, pois a maioria dos troncos tem secção elíptica e seria superestimado o cálculo da área basal, que é a área do círculo. Duas medidas com suta em um tronco elíptico dão uma estimativa de área basal mais aproximada da realidade (figura 3). No caso de múltiplos troncos medem-se apenas aqueles iguais ou maiores que o limite de inclusão.

Em relação à adoção de diferentes diâmetros mínimos para inclusão de árvores nas parcelas deve-se considerar que, quando o limite de inclusão é menor, sempre é possível classificar os dados e comparar a partir de qualquer limite, mas é desejável que o ponto de medição seja semelhante. Para a amostragem de cerrado no Nordeste do Brasil, por exemplo, convencionou-se medir o diâmetro mínimo de 3 cm ao nível do solo para a inclusão da vegetação arbórea (Rodal *et al* 1992).



Figura 3 – Medidas do diâmetro de tronco com secção elíptica com suta (db = 30 cm altura do solo) (Fotos: R.F. Haidar).

Mede-se individualmente todo tronco que emerge do solo e as bifurcações que ocorrem nos troncos abaixo de 30 cm de altura, ou troncos múltiplos partindo da mesma base. Adota-se esta forma de medição, pois cada novo tronco contribui na ocupação do solo (área basal) e na formação de copa (cobertura do solo). Uma média aritmética dos múltiplos troncos não representaria a contribuição de cada tronco na cobertura do solo. Anota-se um código A, B, C, etc. para cada um dos múltiplos troncos de modo que seja possível controlar a presença desta condição.

Calcula-se a área basal de cada tronco e estas devem ser somadas para o cômputo da área basal total. Para o cálculo da densidade, pode-se calcular o número de troncos ou o número de indivíduos. No último caso, pode-se retirar os troncos extras do cômputo e ter a densidade de indivíduos. Lembrando sempre que a definição de indivíduo isolado é difícil no campo, pois para tal seria necessário proceder a escavações.

Para estudos de regeneração natural neste tipo de vegetação, adotou-se uma parcela de 10 x 10 m inserida na parcela principal (figura 4). Nesta amostragem são incluídos todos os indivíduos com db < 5 cm, desde que sejam regenerações de espécies lenhosas. A regeneração natural no cerrado *sensu stricto* é esparsa e escassa, daí a adoção desse tamanho de subparcela.

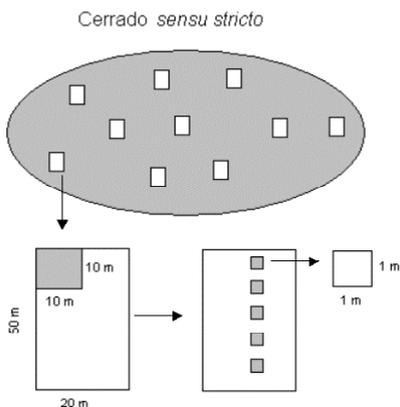


Figura 4 - Esquema da amostragem da vegetação Cerrado *sensu stricto* e Cerradão.

Há que se identificar as regenerações naturais, definidas como indivíduos jovens descendentes de árvores dos indivíduos que compõem o estrato arbóreo arbustivo. Para a comparação da composição florística e estrutura da regeneração natural do estrato lenhoso não podem ser incluídas espécies e indivíduos de ervas ou arbustos, pois estes pertencem a outra camada da vegetação e não se transformarão em árvores, não sendo, portanto, regeneração natural. Estes devem ser amostrados em subparcelas específicas e analisados em separado como outro componente da diversidade.

Estudos de comunidades de palmeiras em cerrado *sensu stricto* são desenvolvidos também nas parcelas de 20 x 50 m. Para as espécies com estipe aéreo o diâmetro é tomado a 10 cm acima do nível do solo, descartando-se esta medida para aquelas que apresentaram estipe subterrânea e indivíduos jovens, de todas as espécies, onde o estipe ainda se encontra abaixo da superfície do solo. A altura é medida com uma fita métrica fixada em um bastão, medida a partir de sua base até o ponto mais alto da folhas. De acordo com o hábito os indivíduos são considerados solitários ou em touceiras. Indivíduos de cada touceira são medidos separadamente em função do perfilhamento ocorrer abaixo da superfície do solo.

4.2. Cerradão

4.2.1. Descrição da fisionomia:

A fitofisionomia cerradão apresenta um dossel de 7 a 15m de altura, podendo chegar a até 20m para algumas árvores, com cobertura arbórea em torno de 70%. O sub-bosque apresenta arvoretas menores de 3m, arbustos, palmeiras acaules, ou com troncos curtos, e bromélias terrestres grandes. A camada rasteira é diferenciada pela intensidade luminosa que atinge o solo. É uma fisionomia perenifólia, apesar de algumas espécies apresentarem caducifolia por curtos períodos, na estação seca. Esta formação, por conter também espécies florestais, sofre um maior impacto de queimadas do que o cerrado *sensu stricto*, além de ser muito visada para agricultura e formação de pastagem. A flora do cerradão consiste de uma mistura de espécies comuns do cerrado *sensu stricto*, espécies de mata de galeria, de matas mesofíticas de encosta ou de matas mesofíticas em afloramento calcário (Mendonça *et al.* 1998). A flora do cerradão depende do tipo de solo onde ocorre, ou seja, se distrófico ou mesotrófico. Os cerradões do Brasil Central apresentam elevada riqueza de espécies com cerca de 120 espécies vasculares por ha (80 arbóreas por ha, 40 arbustivo-herbácea) e densidade em torno de 1.200 plantas lenhosas, com diâmetro maior do que 5 cm por hectare. A camada herbácea é menos densa que no cerrado (Felfili *et al.* 2002).

4.2.2. Abordagem metodológica:

Para a análise da vegetação do cerradão, é adotada a mesma metodologia do cerrado *sensu stricto* (sistema aleatório de parcelas de 20 x 50 m), tendo em vista as características do cerradão relacionadas a aspectos estruturais do cerrado *sensu stricto* e de ambientes florestais, e a grande variação florística (Felfili *et al.* 1994).

Devido à flora do cerradão constituir uma composição de espécies do cerrado *sensu stricto*, de espécies de mata de galeria e de espécies de floresta estacional, dependendo do solo onde ocorra (Mendonça *et al.* 1998), utiliza-se o limite de inclusão de diâmetro a 30 cm do solo (db), restringindo-se às características das espécies do cerrado *sensu stricto*, que são mais restritivas quanto ao ponto de medição, por seu baixo porte e abundância de bifurcações e múltiplos troncos. Os sistemas de amostragem e os limites de inclusão para as categorias árvores e regeneração natural são os mesmos utilizados para o cerrado *sensu stricto*.

Este limite permite comparações diretas com a amostragem de florestas, mas exclui espécies de cerrado. Como o cerradão é uma fisionomia mista, composto de espécies de cerrado e de floresta, a decisão vai depender dos objetivos do trabalho. Por exemplo, Costa e Araújo (2002) utilizaram parcelas de 20 x 20 m para o cerradão em Uberlândia-MG, onde o ambiente é muito fragmentado e o cerradão ocorre em pequenas manchas. Adotou-se o diâmetro a 1,30 m do solo (DAP). Para a estimativa de volume e carbono com o uso de equações desenvolvidas para espécies de cerrado e de mata, o ideal seria tomar-se as duas medidas no inventário, diâmetro a 30 cm (db) e a 1,30 m (DAP).

4.3. Matas de Galeria

4.3.1. Descrição da fisionomia:

As matas de galeria formam uma rede florestal perenifólia ao longo dos cursos d'água, sendo geralmente bordeadas pelos campos, aos quais se seguem os cerrados. A cobertura arbórea é de 80 a 100%, sendo comum a ocorrência de árvores emergentes ao dossel, que atingem de 20 a 30 m de altura. Elas contêm espécies endêmicas, espécies de Floresta Amazônica, de Mata Atlântica e das matas da bacia do Rio Paraná (Oliveira-Filho & Ratter 1995; Mendonça *et al.* 1998), além de espécies de matas mesofíticas e de cerrado *sensu stricto* nas suas bordas. São importantes repositórios de

biodiversidade e refúgios para espécies florestais que não sobreviveriam no ambiente de cerrado. Funcionam como faixas de florestas tropicais úmidas em meio à vegetação do cerrado e são consideradas corredores para a fauna, fornecendo água, sombra e alimentos para a fauna do cerrado que as visitam rotineiramente. Os solos das matas de galeria apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento de vegetação florestal, devido à umidade constante pela proximidade do lençol freático, ao longo do fundo dos vales, e ao elevado teor de matéria orgânica proveniente da ciclagem de nutrientes da própria mata. Conforme a condição de umidade do solo, se bem drenado ou propenso ao alagamento, a densidade e a composição florística destas matas diferenciam-se (Ribeiro & Walter 1998).

A mata alagável apresenta um grande número de indivíduos finos em relação à mata bem drenada, ocorrendo sobre solos hidromórficos, Gleys e Aluviais. A espécie emergente típica desta tipologia é o Buriti, *Mauritia flexuosa* (Arecaceae), enquanto que uma ampla gama de espécies emergentes ocorre nas matas bem drenadas. Há também diferenciação entre as floras das matas de galeria em solos distróficos e mesotróficos; nestas últimas ocorre maior proporção de espécies comuns às florestas estacionais ou mesofíticas. As árvores, na sua grande maioria, apresentam troncos retilíneos e cascas similares àquelas de florestas tropicais úmidas, com copas formando-se após os 8 m de altura.

As matas de galeria apresentam elevada riqueza, na faixa de 230 espécies arbóreas por hectare (170 arbóreas, com diâmetros superiores a 5 cm, e 60 arbustivo-herbáceas) (Felfili *et al.* 2002). As matas de galeria, mesmo estando próximas umas das outras, apresentam composição florística bastante diferenciada, pois as variações são mais dependentes das características do micro-ambiente dentro da mata do que da distância geográfica. As diferenças entre áreas úmidas, em diferentes matas, são menores que aquelas encontradas entre áreas úmidas e bem drenadas, em uma mesma mata (Felfili 1998, Sampaio *et al.* 1999).

Incêndios recorrentes a intervalos curtos degradam as matas de galeria. Isto provoca a morte de espécies arbóreas e a invasão das clareiras abertas e das bordas da mata por capim meloso (*Melinis minutifolia*), brachiaria (*Urochloa decumbens*), samambaião (*Pteridium aquilinum*) impedindo que mudas de espécies nativas se estabeleçam e reponham as árvores mortas. Nas matas e campos estacionalmente inundáveis, cujo solo contém uma

camada espessa de matéria orgânica, o fogo, além de atingir a parte aérea, queima lentamente por vários dias a camada orgânica, destruindo as raízes, as mudas e as sementes viáveis que se encontram sob o solo, comprometendo, assim, o futuro da floresta (Felfili 1997a).

4.3.2. Abordagens metodológicas:

Nas matas de galerias são analisados os gradientes de inclinação e de umidade, e também as diferenças entre os ambientes: próximos ao curso d'água principal, seus tributários e nascentes, de borda da mata, clareiras e dossel fechado. Deve-se verificar quais os limites desta vegetação que estejam efetivamente sobre influência ripária, não incluindo áreas de campo ou cerrado que bordeiam a mata.

No monitoramento com parcelas permanentes das matas de galeria da Fazenda Água limpa (Felfili 1995) são alocadas transecções com 10 m de largura, de forma sistemática (100 m de distância uma das outras) e perpendiculares à linha de drenagem. Cada transecção atravessa a mata de galeria de uma borda (margem do corpo d'água) à outra (interface com outra fitofisionomia). A tentativa é abranger todo o contínuo vegetacional do gradiente borda com vegetação de cerrado, córrego e borda com vegetação de cerrado novamente. Lembrando que os gradientes de umidade, na maioria das vezes, não seguem de modo cartesiano esse gradiente borda cerrado-borda córrego-borda cerrado, uma vez que no interior da mata afloram nascentes e pequenos tributários que muitas vezes, a partir da borda com a vegetação de cerrado contribuem para formar o córrego principal. Na estação chuvosa afloram muitas nascentes em diversos pontos da mata e muitas vezes longe do córrego principal.

Para a vegetação arbórea da Mata de Galeria em solos bem drenados, os transectos são divididos em parcelas contíguas de 10 x 20 m, para melhor captar os efeitos do gradiente de umidade. Nestas parcelas todos os indivíduos lenhosos com DAP ≥ 10 cm (DAP = diâmetro a altura do peito – 1,30 m do solo) são amostrados. Não são incluídas na amostragem lianas, palmeiras e plantas não lenhosas em geral. Os modos de mensuração dos indivíduos lenhosos arbóreos são indicados na figura 5.

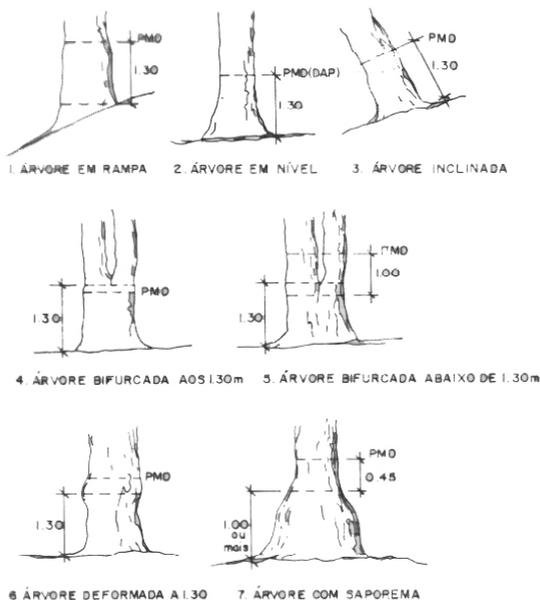


Figura 5 – Modos de mensuração dos indivíduos arbóreos (DAP \geq 5 cm) nas fisionomias florestais dos biomas Cerrado e Pantanal.

Para estudos de regeneração natural são adotadas três categorias, conforme a expectativa de estabelecimento, segundo Felfili *et al.* (1997b): Arvoretas, que são todos os indivíduos lenhosos com DAP \geq 5 cm e $<$ 10 cm, amostrados em parcelas de 10 x 10 m incluídas em cada parcela de 10 x 20 m na sua primeira metade; mudas quase estabelecidas, onde são incluídos os indivíduos considerados com DAP $<$ 5 cm e altura superior a 1 m em subparcelas incluídas nas parcelas de 10 x 20 m; e mudas não estabelecidas, que são as mudas menores que 1 m de altura, mensuradas em parcelas de 2 x 2 m incluídas nas parcelas de 5 x 5m. O esquema amostral para as categorias encontra-se na figura 6.

Nas parcelas de regeneração natural, para as mudas, são medidas apenas as alturas, uma vez que a medida de diâmetro é pouco precisa e gera pouca informação nessa fase inicial de crescimento. A partir de 5 cm de DAP (estrato arbóreo), efetua-se as medições de diâmetro e altura além de outras medidas e registra-se informações biofísicas (Felfili 1995).

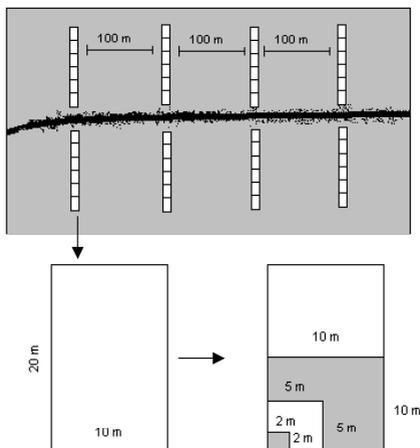


Figura 6 - Esquema da amostragem da vegetação em matas de galeria (inundável e não inundável) e matas ciliares. Para as matas de galeria não inundáveis e matas ciliares são adotadas parcelas de 10 x 20 m. Para as matas de galerias inundáveis são adotadas parcelas de 10 x 10 m.

A mata de galeria inundável é uma formação de difícil acesso e deslocamento para realização de levantamentos. Neste tipo de formação florestal é adotada a mesma metodologia da galeria não inundável. Entretanto, os transectos são sub-divididos em parcelas contíguas de 10 x 10 m (ao invés de 10 x 20 m), pois, em geral, as matas são também mais estreitas. São adotadas parcelas menores do que para a mata de galeria não inundável devido às condições extremas de saturação de água do solo, que restringe a diversidade florística do ambiente às espécies que suportam tais condições. A alta densidade presente nestas formações é outra justificativa para adoção de pequenas parcelas para a vegetação lenhosa nas matas inundáveis. Para o estudo da vegetação arbórea e do estrato regenerante são adotadas subparcelas com mesma área e mesmo limite de inclusão da mata de galeria não inundável.

4.4. Matas Ciliares

4.4.1. Descrição da fisionomia:

A Mata Ciliar é um tipo de formação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte, em que a vegetação arbórea não forma galerias. Esta formação é geralmente estreita nas margens, dificilmente ultrapassando 100

metros de largura. É comum a largura de cada margem ser proporcional à do leito do rio, embora em áreas planas a largura possa ser maior (Ribeiro & Walter 1998). As árvores, predominantemente eretas, variam em altura de 20 a 25 metros, com alguns poucos indivíduos emergentes alcançando 30 m. As espécies típicas são predominantemente caducifólias, com algumas sempre-verdes, conferindo à Mata Ciliar um aspecto semidecidual. Ao longo do ano as árvores fornecem cobertura arbórea variável entre 50% a 90%. Na estação chuvosa a cobertura chega a 90%, dificilmente ultrapassando este valor (Ribeiro & Walter 1998). A Mata Ciliar difere da Mata de Galeria pela deciduidade e pela composição florística, sendo que na Mata Ciliar há diferentes graus de caducifolia na estação seca, enquanto que a Mata de Galeria é perenifólia. As áreas de transição de Mata Ciliar com outras fisionomias florestais, como Mata Seca e Cerradão, geralmente não são evidentes (Ribeiro & Walter 1998).

4.4.2. Abordagens metodológicas:

Sugere-se amostrar de modo similar à mata de galeria, mas, se a mata ciliar for muito estreita, recomenda-se instalar as parcelas paralelas ao curso d'água. No Pantanal, onde estas ocorrem como pequenos cílios de cerca de 5 a 40 m de largura, e onde os micro-gradientes são muito acentuados, especialmente no que tange ao pulso de inundação, é utilizada metodologia similar à das matas de galeria, mas as parcelas também contíguas são de 5 x 20 m.

4.5. Florestas Estacionais

4.5.1. Descrição da fisionomia:

As florestas estacionais decíduas e semidecíduas são comumente encontradas sobre solos profundos, relativamente ricos em nutrientes, desenvolvidos a partir de rochas básicas (Ribeiro & Walter 1998; Reatto *et al.* 1998). Estas matas são também denominadas florestas estacionais por perderem as folhas na estação seca. As que ocorrem nas áreas de afloramento de rochas em geral, perdem totalmente as folhas na época seca e são denominadas decíduas. Já parte das que ocorrem sobre solos planos e em encosta mantêm uma cobertura de 50% ou maior nessa época e são denominadas florestas estacionais semidecíduais.

Estas florestas apresentam uma estrutura onde predominam árvores mesofanerófitas, segundo classificação de Raunkier (Kent & Coker 1992), onde as árvores emergentes ao dossel atingem de 20 a 25 m de altura, e os maiores diâmetros ficam entre 50 cm e 100 cm. Os troncos da maioria das espécies lenhosas são retilíneos, com as copas formando-se após os 6 m de altura, mas algumas espécies de florestas decíduais como a barriguda (*Ceiba speciosa*) e o baobá brasileiro (*Cavanillesia arborea*) apresentam troncos com uma protuberância central do tipo “barriga”. Outras espécies arbóreas características das florestas decíduais e semidecíduais são os ipês (*Tabebuia* spp.) e os angicos (*Anadenanthera* spp.). Algumas espécies comuns com matas de galeria também ocorrem nas florestas semidecíduais, como a copaíba (*Copaifera langsdorfii*) e o jatobá (*Hymenaea coubaril*). A riqueza está na faixa de 180 espécies vasculares por ha (130 arbóreas e 50 arbustivo-herbáceas para as matas semidecíduas e um número menor de espécies arbóreas, em torno de 60 para as formações decíduais) e a densidade, considerando o limite de inclusão de indivíduos de 5 cm à altura do peito, na faixa de 500 a 700 indivíduos por ha (Felfili 2003).

As principais ameaças a estas florestas são a fragmentação e a exploração madeireira descontrolada, pela grande oferta de madeira de valor comercial. Fogo e invasão de gramíneas exóticas, favorecidas pela abertura do dossel, sucedem a derrubada das árvores. Embora apresentem boa capacidade de regeneração em curto prazo, a ocorrência constante desses distúrbios diminui as chances da regeneração natural. No bioma Cerrado, as florestas estacionais nem mesmo são reconhecidas como uma das formações significativas do Bioma, e muitas vezes nem percebidas pelo público como uma formação distinta do cerrado, ao contrário de outras florestas protegidas por lei como as matas de galeria (Felfili 2003).

4.5.2. Abordagens metodológicas:

Para a análise da vegetação os fragmentos florestais são divididos em faixas de 20 m de largura perpendiculares a determinado gradiente ambiental (ex: encosta). Estas faixas são subdivididas em parcelas de 20 x 20 m. Procede-se ao sorteio de faixas para amostragem e, em seguida, ao sorteio de parcelas nas faixas (figura 7). No âmbito do projeto Conservação e Manejo das Florestas Estacionais, 25 parcelas são sorteadas aleatoriamente por fragmento, totalizando um universo amostral de um hectare (Scariot & Sevilha 2000; Sampaio 2001; Nascimento *et al.* 2004; Silva & Scariot 2004).

Para a análise da vegetação arbórea, todos os indivíduos com $DAP \geq 5$ cm ($DAP = \text{diâmetro à altura do peito} - 1,30 \text{ m do solo}$) são amostrados. Para estudos de regeneração sugere-se utilizar os procedimentos adotados para as matas de galeria. Na parcela de 20×20 m é alocada, de forma padronizada, uma parcela de 5×5 m para a amostragem das arvoretas ($DAS < 5$ cm e altura superior a 1 m) e dentro desta uma de 2×2 m para a amostragem das mudas não estabelecidas (altura até 1 m) (figura 7).

Na amostragem da regeneração (plantas lenhosas abaixo de 5 cm de diâmetro, tendo como limite 1 m de altura para mudas não estabelecidas), o uso da altura tem-se se mostrado mais prático do que o diâmetro como limite de inclusão (Felfili 1997b). Dentre as razões, temos: a mensuração com paquímetro digital é laboriosa e exige equipamento; esses indivíduos, em parte, são efêmeros e não sobrevivem as etapas posteriores à germinação; a medida de diâmetro na base não seria diretamente comparável com o estrato arbóreo para efeitos de análise de dinâmica uma vez que não seria possível medir DAP das mudas não estabelecidas.

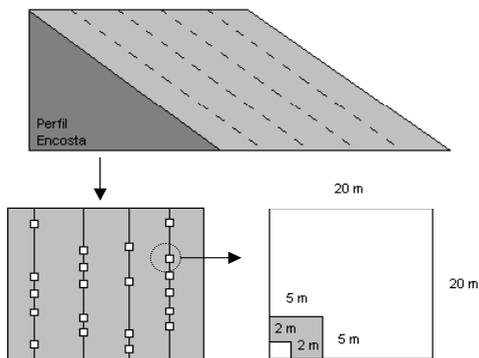


Figura 7- Esquema da amostragem da vegetação em Florestas estacionais (deciduais e semideciduais) e Carrascos.

No âmbito do projeto Conservação e Manejo das Florestas Estacionais, utilizaram-se parcelas de 20×20 m, tendo como limite de inclusão diâmetro a $1,30$ m de altura ($DAP \geq 5$ cm para a categoria árvores. Para as arvoretas foram utilizadas subparcelas de 5×5 m, sendo o limite de inclusão diâmetro a altura do solo ($DAS \geq 1$ cm e $DAP \leq 5$ cm. Já para a categoria mudas foram alocadas subparcelas de 2×2 m, com limite de inclusão indivíduos com $DAS \leq 1$ cm.

4.6. Carrasco

4.6.1. Descrição da fisionomia:

O termo carrasco tem sido usado para designar diferentes tipos de vegetação no Nordeste do Brasil, incluindo áreas de cerrado denso, caatingas arbustivas sobre solos pedregosos e vegetação arbustiva densa xerófila (Araújo 1998). Embora ainda haja certa confusão sobre sua definição, Figueiredo (1986 *apud* Araújo 1998) considerou o carrasco como um tipo próprio de vegetação, que, em sua composição, apresentaria espécies da flora de fitofisionomias próximas, como caatinga, cerrado, e ambientes florestais. De acordo com Luetzelburg (1922, 1923 *apud* Araújo 1998), o carrasco possui uma vegetação lenhosa com árvores e arbustos de até 6 m de altura, na proporção de cinco árvores para cada arbusto, muito ramificada, densa, emaranhada, genuinamente xerófila, com folhas grandes, coriáceas, inteiras, raramente pinadas e periodicamente caducas.

No Brasil Central, verifica-se a ocorrência de carrasco nos limites com o nordeste, no Espigão Mestre do São Francisco, inclusive no Parque Nacional Grande Sertão Veredas. No norte do estado de Minas Gerais, na região de Jaíba, onde predomina a Floresta Estacional Decidual, existe também uma tipologia conhecida como carrasco, que é originada da floresta decidual após ocorrência de fogo. Esse carrasco apresenta-se com altura entre 3 e 5 m, troncos perfilhados, espinhosos na maioria das vezes. As plantas são micrófitas em sua maioria, representadas principalmente por espécies de Leguminosae Mimosoideae (ex. *Acacia glomerosa*, *Piptadenia moniliformis*), não sendo incomum a ocorrência de várias espécies de *Cnidocolus* (A.F. Silva, *comunicação pessoal*).

4.6.2. Abordagens metodológicas:

O carrasco ocorre naturalmente fragmentado, de modo que, após identificadas as manchas, sugere-se amostrá-las em parcelas de 10 x 10 m (Araújo 1998). Devido à estrutura da vegetação do carrasco possuir muitos indivíduos finos, utiliza-se o limite de inclusão de $db \geq 3$ cm (db = diâmetro a altura da base - 30 cm do solo) para a amostragem dos indivíduos arbóreos presentes nas parcelas. Para o estudo da regeneração natural, sugere-se utilizar uma subparcela de 5 x 5 m, inclusa na parcela de 20 x 20 m para a amostragem de plantas lenhosas entre 1 m de altura e 3 cm de diâmetro, e subparcela de 2 x 2 m inclusa na parcela de 5 x 5 m para amostrar plantas lenhosas com até 1 m de altura.

4.7. Campos

4.7.1. Descrição da fisionomia:

No Brasil Central, os campos são fitofisionomias com predomínio de ervas graminóides e arbustos. São caracterizados por diversas tipologias. Esses são denominados campos limpos quando as árvores são praticamente ausentes, e campos sujos quando a cobertura arbórea se aproxima de 10% da área coberta por vegetação lenhosa. Os tipos de solos mais comuns nesta fitofisionomia são os litossolos rasos, cambissolos concrecionários, podzólicos e solos hidromórficos. Os solos são rasos, em áreas de relevo ondulado e no alto dos morros.

O **Campo Limpo** consiste de uma camada rasteira, sem árvores ou arbustos que se destacam acima desta camada. Os solos são rasos e é comum encontrar gradações de umidade, com faixas de campo úmido em solos com lençol freático superficial, especialmente nas áreas de nascentes em encostas e fundos de vale, seguidas por campos limpos em solos bem drenados. Os campos úmidos também ocorrem bordeando matas de galeria, em solos estacionalmente inundáveis nos fundos de vale, especialmente sobre solos hidromórficos, Gleys e solos orgânicos turfosos. Os murundus são ilhas de vegetação lenhosa, encontrados sobre pequenas elevações nos campos limpos. Nessas áreas, as condições de drenagem são favoráveis ao estabelecimento dos diásporos das espécies arbóreas, oriundas dos cerrados nas vizinhanças.

O **Campo sujo** é uma forma mais rala de cerrado, que ocorre em solos mais profundos, onde as condições físicas proporcionam condições para o estabelecimento de espécies lenhosas. Várias espécies típicas dos cerrados em áreas próximas são encontradas nos campos sujos. A cobertura de espécies arbóreas se aproxima de 10% nesta fitofisionomia.

Campo rupestre é a denominação utilizada para os campos em terreno rupestre com afloramentos rochosos (Ribeiro & Walter 1998). Tipo de vegetação encontrada em solos rasos, de areia pura derivada do quartzito, com alto teor de húmus, o que dá uma coloração preta ao solo (Reatto *et al.* 1998). Esta tipologia é comum nas encostas e alto de morros. Espécies das famílias Velloziaceae, Xyridaceae, Eriocaulaceae e Bromeliaceae são comuns desta tipologia (Felfili 2001).

A ocorrência de queimadas nos campos do Brasil Central é antiga, com evidências palinológicas. A vegetação evoluiu com a presença deste

distúrbio. Algumas espécies são até mesmo pirófilas, ou seja, desenvolvem-se e reproduzem após a queimada. As queimadas naturais tendem a ocorrer em larga escala na estação seca, quando há grande quantidade de material combustível acumulado. Logo após a queimada, as espécies que apresentam estruturas radiculares e/ou caulinares subterrâneas, tais como as gramíneas e ericoidáceas dominantes nos campos, rebrotam e florescem. As atividades reprodutivas da maioria destas espécies ocorrem na estação chuvosa, não sendo prejudicadas por queimadas estacionais a intervalos longos (Felfili *et al.* 2002)

4.7.2. Abordagens metodológicas:

Os campos são extensos, com elevada riqueza de espécies e alta densidade (Filgueiras *et al.* 1998). A definição de indivíduo é também difícil, especialmente para gramíneas e outras plantas rizomatosas ou estoloníferas.

Para amostrar campos e verificar mudanças sazonais, assim como relação solo-vegetação, adota-se a mesma metodologia para campos limpos e campos sujos no que tange ao estrato herbáceo-arbustivo (Munhoz 2003). Um universo amostral de 400 x 400 m é demarcado na área, e posteriormente subdividido em quatro porções de 200 x 200 m. Em cada porção sorteia-se uma linha de 40 m perpendicular à fitofisionomia adjacente (figura 8). O método de interceptação de linha (Canfield 1941) é utilizado, e consiste em traçar linhas sobre a vegetação a ser amostrada e anotar a projeção de cada espécie sob as mesmas (ou seja, o comprimento da linha que é interceptada por uma espécie). A estimativa da proporção de área coberta por determinada espécie é dada pela razão entre o comprimento da linha que é interceptada pela espécie e o comprimento total linha que é interceptada por todas as espécies. Cada linha sorteada é demarcada e subdividida com varetas de ferro em segmentos de 1 m, que são as unidades amostrais (UA) para a análise fitossociológica. Com o auxílio de uma vareta de 1 m demarcada com uma fita métrica, colocada sobre cada UA, faz-se a visualização da projeção vertical da linha na qual são considerados todos os indivíduos com hábito herbáceo ou subarbustivo. A ocorrência e a projeção de cada espécie são registradas por segmento ao longo das linhas amostradas. A cobertura relativa de cada espécie é determinada dividindo a cobertura absoluta de cada uma pela soma da cobertura absoluta de todas multiplicadas por 100. O registro

de ocorrência de cada espécie nas UA é utilizado para calcular a frequência das mesmas na área. O comprimento de cada linha, assim como o número de linhas, são definidos com a utilização da curva do coletor (Munhoz 2003).

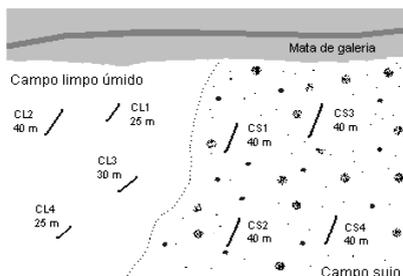


Figura 8 - Esquema da amostragem da vegetação em Campos (Campo Limpo, Campo Sujo e Campo Rupestre) e Veredas.

No projeto Biogeografia do Bioma Cerrado, adotou-se uma amostragem em conglomerados, onde as parcelas de 1 x 1 m utilizadas para amostragem do estrato herbáceo foram inseridas na linha central de cada parcela de 20 x 50 m, a cada dez metros, totalizando 5 subparcelas (unidades de registro) na parcela principal (bloco ou unidade primária) (ver figura 2). O critério para distinguir indivíduos (planta) deveria ser maior \geq a 10 cm de altura e com distância \geq a 10 cm de seu vizinho co-específico. Regeneração natural de árvores não foi incluída na amostragem. O limite de diâmetro \leq 5 cm para separar ervas e arbustos de árvores demonstrou-se apropriado para a flora do cerrado, conforme os estudos do Projeto Biogeografia para a categoria ervas, onde menos do que 3% das espécies amostradas em levantamentos de nível regional foram classificadas em ambas as categorias (Filgueiras *et al.* 1998). Outra opção é avaliar cobertura usando as classes propostas por Blaun Blanquet, eliminando assim o problema da definição de indivíduos.

4.8. Veredas

4.8.1. Descrição da fisionomia:

As veredas ocorrem em geral, em áreas de nascentes, com elevado nível de umidade no solo, representando um ecossistema de grande relevância na região do cerrado (Carvalho 1991). São comunidades hidrófilas formadas por dois tipos de vegetação: uma herbáceo-graminosa que ocupa a maior

parte de sua área, e outra arbórea-arbustiva com predominância dos buritis (Carvalho 1991).

O buriti (*Mauritia flexuosa*) é uma espécie de palmeira, de porte arbóreo, que caracteriza as veredas da região dos cerrados do Brasil Central (Magalhães 1956). Segundo Ramirez & Brito (1990), os buritizais definem as áreas tropicais brejosas, já que diferem facilmente da vegetação de cerrado que os cerca. Em fases mais evoluídas, podem ser encontradas na vereda, junto aos buritis, ilhas de vegetação lenhosa. Quando os vales tornam-se mais encaixados e o lençol freático é rebaixado, as veredas dão lugar às matas ciliares (Melo 1992).

Com a crescente ocupação da região do cerrado pela agricultura “moderna”, as comunidades vegetais de vereda têm sofrido alterações de natureza antrópica, que em alguns casos tornam-se irreversíveis, devido principalmente a sua pequena capacidade de regeneração (Carvalho 1991). Além da importância ecológica e hidrológica das veredas, pode-se destacar o seu valor paisagístico, e o papel social exercido pelas mesmas para pequenas comunidades de agricultores que exploram sustentavelmente a palmeira buriti, para diversas finalidades (Fonseca & Silva 1998). Devido à importância deste ecossistema, e por tratar-se de um ambiente sensível a alterações (Boaventura 1988), as legislações Federal e Estadual o reconhecem como área protegida por lei, ou seja, Área de Preservação Permanente (Brasil 1992).

4.8.2. Abordagens metodológicas:

Como essa formação apresenta um predomínio de gramíneas sobre poucos indivíduos lenhosos, adota-se a metodologia empregada na amostragem dos campos. Estende-se de uma borda à outra da vereda, perpendicular à linha de drenagem da água. A extensão que a linha alcançou é dividida em secções de 1 em 1 m. Cada linha sorteada é demarcada e subdividida com varetas de ferro em segmentos de 1 m, que são as unidades amostrais (UA) para a análise fitossociológica. Com o auxílio de uma vareta de 1 m colocada sobre a UA, faz-se a visualização da projeção vertical da linha na qual são considerados todos os indivíduos com hábito herbáceo ou subarbustivo. A ocorrência e a projeção de cada espécie são registradas por segmento ao longo das linhas amostradas.

4.9. Informações e proposições adicionais sobre as formações vegetais do Pantanal

4.9.1. Descrição das fisionomias:

Vários são os tipos de vegetação ocorrentes no Pantanal, influenciados ou não pelo regime e permanência do alagamento. Forma-se assim um mosaico de comunidades (Complexo do Pantanal): hidrófilas (submersas e flutuantes), heliófilas, higrófilas, mesófilas e até mesmo xerófilas (tabela 1). Este mosaico proporciona a ocorrência de grande número de nichos ecológicos de condições diversas, nos quais proliferam variados tipos de vegetação. De modo geral a riqueza de espécies está diretamente relacionada com o processo de alagamento, diminuindo à medida em que a comunidade encontra-se submetida a um período maior de alagamento (Cunha & Junk 2001). No Cerrado são também encontradas formações de cerrado inundáveis que se assemelham ao Pantanal. Alguns exemplos são: o pantanal de Goiás, em Flores de Goiás além do Pantanal do Araguaia.

Tabela 1 – Mosaico de comunidades vegetacionais do Pantanal (adaptado de Rizzini 1997 e Fernandes 2000).

	Comunidade vegetacional	Espécies características
Cordilheiras e Capões	Cerrados, Cerradões, Florestas Estacionais	<i>Qualea</i> spp.; <i>Magonia</i> spp.; <i>Caryocar brasiliense</i> ; <i>Kielmeyera coriacea</i> ; etc.
Áreas alagadas (pior drenagem)	Vegetação hidrófila	<i>Salvinia</i> spp.; <i>Nymphaea</i> spp.; <i>Victoria</i> spp.; etc.
Áreas alagadas (melhor drenagem)	Campos	Poaceae; Cyperaceae; Apocynaceae; etc.
Serras ou Morrarias (afloramentos rochosos)	Florestas Estacionais, Chaco	<i>Acacia</i> spp.; <i>Schinopsis</i> spp.; <i>Aspidosperma</i> spp.; etc.

Em determinados locais ocorre um predomínio de determinada espécie formando aglomerações que recebem o nome da respectiva planta dominante, como:

- Paratudal – *Tabebuia aurea* (= *Tabebuia caraiba*; Paratudo, também conhecido como Ipê);
- Carandazal – *Copernicia alba* (Carandá, palmeira semelhante à Carnaúba);
- Cambarazal – *Vochysia divergens* (Cambará)
- Buritizal – *Mauritia flexuosa* (Buriti);
- Tabual – *Typha dominguensis* (Taboa, comum em lugares alagados);
- Pirizal – *Cyperus giganteus* (Piri, uma Ciperácea aquática).

4.9.2. Abordagens metodológicas:

Nas regiões onde o gradiente de inundação é um fator ecológico importante, as unidades amostrais devem seguir o gradiente de inundação pelas cotas de declividade do terreno. Alguns inventários no Pantanal estão adotando a metodologia das parcelas do PP-BIO-Amazônia (2001). Elas levam em consideração o fato de que o relevo é um determinante extremamente importante da composição da vegetação, e por isso seguem curvas de nível. A parcela é traçada a partir de um ponto com altitude conhecida e essa altitude é mantida constante ao longo da parcela, conforme esta segue a curva de nível. As parcelas são longas (250 m) e estreitas (a largura varia de acordo com o grupo a ser amostrado), de modo que a variação interna de altitude é minimizada. Como o solo, o nível de inundação e outras variáveis importantes covariam com a altitude, a variação interna nestes fatores também é minimizada com este desenho.

A marcação inicial da parcela é feita somente com uma linha central, esticada para unir piquetes fixos no solo a cada 10 m. Depois, as linhas laterais são marcadas de acordo com a largura necessária para a amostragem de cada grupo.

A adoção da metodologia do PP-BIO-Amazônia (2001) não exclui a possibilidade de usar os tamanhos e formas de parcelas comumente usadas nas formações vegetais do cerrado e do Pantanal, apenas orientando a disposição das parcelas em função das curvas de nível.

Nas florestas monodominantes do Centro-Oeste (Marimon *et al.* 2001 a,b) utiliza-se um bloco subdividido em parcelas contíguas de 10 x 10 m em uma porção representativa e central de cada mancha, onde todos os indivíduos a partir de 5 cm de DAP são mensurados. A metodologia de mensuração é similar às da mata de galeria.

Vegetações que ocorrem em manchas de pequenas dimensões (campos de murundus, baceiros, ipuca, covoal e outras) devem ter as manchas identificadas e mapeadas e a partir daí alocadas parcelas ajustadas às suas dimensões e estrutura da vegetação.

A logística deve ser adaptada às possibilidades de formação de equipe, tempo, custo, condições locais, etc. É sempre importante padronizar as ações de cada membro, por meio da elaboração de um manual de campo explicando em detalhes os procedimentos a serem adotados, e esclarecendo antecipadamente dúvidas que podem surgir quanto à mensuração em função das variações encontradas em campo em nível de indivíduo e comunidades. Deve-se procurar adequar os métodos aos tipos de vegetação já na definição da metodologia a ser empregada.

5.1. Instalação das parcelas permanentes

- **Equipes:** nesta etapa é importante a formação de equipes, com pelo menos três pessoas, onde todos devem participar do estabelecimento e marcação das parcelas, que devem ser delimitadas por estacas permanentes.
- **Equipamentos mínimos:** Para estabelecimento da parcela: GPS, pelo menos duas trenas, estacas, etiquetas, cordão, fitas-bandeiras.
- Sorteiam-se as unidades primárias;

5.2. Coletas de dados da vegetação nas parcelas permanentes

- **Delimitação das parcelas:** As parcelas devem ser delimitadas por estacas permanentes em suas extremidades. Sugere-se que sejam instaladas estacas permanentes nas extremidades de todas as quadrículas (figura 2). Na época da mensuração a parcelas devem ser subdivididas com estacas temporárias e cercada por cordões, especialmente no cerrado por questão de orientação, e então mensuradas, identificando-se no formulário cada quadrícula mensurada (vide modelo em anexo)
- **Equipes:** a divisão do trabalho em duas equipes – de coleta e de amostragem – é recomendável para inventários onde a riqueza é prioridade no levantamento. Uma equipe exclusiva de coleta poderá fazer coletas em todos os estratos da vegetação e no entorno das parcelas com mais agilidade do que a equipe de mensuração.

- **Equipe de coleta:** o ideal é contar com pelo menos três pessoas para coleta, preparo de material e herborização. Se as coletas forem em áreas distantes, incluir também a montagem e desmontagem da estufa de campo, prensagem de material, etc.
- **Material e equipamentos mínimos para coleta:** jornal, papelão, corrugado, prensa, cordões, sacos de coleta, tesoura de poda, podão, fita crepe.
- **Equipe de mensuração:** o ideal é contar com um profissional especializado para anotar as informações e outros três, um para medir altura, outro diâmetro e outro para realizar as coletas de material botânico. O profissional que anota os dados deve ser de preferência o responsável pelas pesquisas e liderar o ritmo das atividades. É aconselhável que a equipe possua um profissional responsável pela identificação das espécies. Nas formações herbáceas, a equipe pode se restringir a três membros, para identificação, coleta e avaliação da cobertura e outras características.
- **Material e equipamentos mínimos para mensuração:** Aparelhos para medição do diâmetro (fita métrica, suta, etc.), altura, prancheta e formulários e material para coleta se as equipes estiverem trabalhando em épocas e locais diferentes.

6. Referências Bibliográficas

- Alcoforado-Filho, F.G.; Sampaio, E.V.S.B. & Rodal, M.J.N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 17: 287-303.
- Alder, D. & Synnot, T.J. 1992. *Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest*. Tropical Forest Papers, 25. Oxford Forestry Institute, University of Oxford.
- Araújo, F.S. 1998. *Estudos fitogeográficos do carrasco no Nordeste do Brasil*. Tese de doutorado. UNICAMP, Campinas.
- Austin, M.P. & Heyligers, P.C. 1990. New approach to vegetation survey design: Gradsect sampling. Pp. 31-51. In Margules, C.R. & Austin, M.P. (eds.). *Nature conservation: coste effective biological surveys and data analysis*. CSIRO, Australia.
- Boaventura, R.S. 1988. Preservação das Veredas; síntese. Pp. 109-119. In *Anais do Encontro Latino Americano: Relação Ser Humano / Ambiente*.
- Brasil. 1992. *Resoluções CONAMA de 1984 a 1991*. 4ª ed. SEMAM/IBAMA. Brasília, DF.
- Canfield, R. 1941. Application of line interception in sampling range vegetation. *Journal of Forestry* 39: 388-394
- Carvalho, P.G.S. 1991. As veredas e sua importância no Domínio dos Cerrados. *Informe Agropecuário* 168: 47-54.
- Cochrane, T.T.; Sanchez, L.G.; Azevedo, L.G.; Porras, J.A. & Garver, C.L. 1985. *Land in tropical América*. CIAT-EMBRAPA-CPAC. 3 v., Cali.
- Cunha, C. & Junk, W. J. 2001. Distribution of woody plant communities along the flood gradient in the Pantanal of Poconé, Mato Grosso, Brasil. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 27: 63-70.
- Curtis, R.O. & Marshall, D.D. 2005. *Permanent-plot procedures for silvicultural and yield research*. Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Dubs, B. 1994. Differentiation of woodland and wet savanna habitats in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *The Botany of Mato Grosso, Series B*, nº 1. Betrona –Verlag, Switzerland.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38: 201-341.
- Farias, R.R.S. & Castro, A.A.J.F. 2004. Fitossociologia de trechos da vegetação do complexo de Campo Maior, PI, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 949-963.
- Felfili, J.M. & Silva-Júnior, M.C. 1988. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na Fazenda Água Limpa (FAL) em Brasília-DF. *Acta Botanica Brasilica* 2: 85-104.
- Felfili, J.M.; Silva-Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Machado, J.W.B.; Walter, B.M.T.; Silva, P.E.N & Hay, J. 1992. Análise comparativa da florística e

- fitossociologia da vegetação arbórea do cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brazil. *Acta Botanica Brasílica* 6: 27-46.
- Felfili, J.M. & Silva-Júnior, M.C. 1993. A comparative study of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9: 277-289.
- Felfili, J.M. 1994. Floristic composition and phytosociology of the gallery forest alongside the Gama stream in Brasília, DF in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 17: 1-11.
- Felfili, J.M.; Filgueiras, T.S.; Haridasan, M.; Silva-Júnior, M.C.; Mendonça, R.C. & Rezende, A.V. 1994. Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos. *Caderno de Geociências* 12: 75-166.
- Felfili, J.M. 1995. Diversity, structure and dynamics of a gallery forest in central Brazil. *Vegetatio* 117: 1-15.
- Felfili, J.M. 1997a. Diameter and height distributions of a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). *Revista Brasileira de Botânica* 20: 155-162.
- Felfili, J.M. 1997b. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 91: 235-245.
- Felfili, J.M.; Silva-Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Nogueira, P.E.; Walter, B.M.T.; Silva, M.A. & Imaña-Encinas, J. 1997. Comparação do cerrado (*sensu stricto*) nas Chapadas Pratinha e dos Veadeiros. Pp. 6-11. In Leite, L.L. & Sato, C.H. (eds.). *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado*. Editora Universidade de Brasília, Brasília.
- Felfili, J.M. 2001. Principais fisionomias do Espigão Mestre do São Francisco. Pp. 18-30. In Felfili, J.M. & Silva-Júnior, M.C (orgs). 2001. *Biogeografia do bioma Cerrado: estudo fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco*. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Felfili, J.M.; Rezende, A.V.; Silva-Júnior, M.C. & Silva, M.A. 2000. Changes in floristic composition of cerrado *sensu stricto* in Brazil over a nine-year period. *Journal of Tropical Ecology* 16: 579-590.
- Felfili, J.M. & Silva-Júnior, M.C (orgs). 2001. *Biogeografia do bioma Cerrado: estudo fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco*. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Felfili, J.M.; Silva-Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Haridasan, M.; Filgueiras, T.S.; Mendonça, R.C.; Walter, B.M. & Nogueira, P.E. 2001. O Projeto Biogeografia do Bioma Cerrado: hipóteses e padronização de metodologia. Pp. 157-173. In Garay, I.E.G. & Dias, B.F.S. (orgs). *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Editora Vozes, Petrópolis.
- Felfili, J.M.; Fagg, C.W.; Silva, J.C.S.; Oliveira, E.C.L.; Pinto, J.R.R.; Silva-Júnior, M.C. & Ramos, K.M.O. 2002. Plantas da APA Gama e Cabeça de Veado. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Felfili, J.M. 2003. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos. Pp. 139-160. In Costa, R.B.C. (org.). *Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste*. UCDB, Campo Grande.

- Felfili, J.M. & Rezende, R.P. 2003. Conceitos e métodos em fitossociologia. *Comunicações Técnicas Florestais*, v. 5, nº 1. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília.
- Felfili, J.M.; Silva-Júnior, M.C.; Sevilha, A.C.; Fagg, C.W.; Walter, B.M.T.; Nogueira, P.E. & Rezende, A.V. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in central Brazil. *Plant Ecology* 175: 37-46.
- Fernandes, A. 2000. *Fitogeografia brasileira*. Multigraf., Fortaleza.
- Filgueiras, T.S.; Felfili, J.M.; Silva-Júnior, M.C. & Nogueira, P.E. 1998. Floristic and structural comparison of cerrado (*sensu stricto*) vegetation in central Brazil. Pp. 633-648. In Dallmeier, F. & Comiskey, J.A. (eds.). *Forest biodiversity in North, Central and South America, and Caribbean: research and monitoring* (Man and the biosphere series, v. 21). UNESCO, Paris.
- Figueiredo, M.A. 1986. Vegetação. Pp. 24-25. In Atlas do Ceará (Ed.). SUDEC, Fortaleza.
- Fonseca, V.S. & Silva, I.M. 1998. *Etnobotânica: base para conservação*. Workshop Brasileiro de Etnobotânica, 136p.
- INMET. 2005. Mapa de precipitação anual no Brasil - 1931 a 1990. Disponível em http://www.inmet.gov.br/climatologia/combo_climatologia_C.html. Acesso em 03/08/05.
- Lima, E.S. 2002. Diversidade, estrutura e distribuição espacial de palmeiras em uma comunidade de cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa (FAL), Distrito Federal. Dissertação de Mestrado – UnB, Brasília.
- Magalhães, G.M. 1956. Características de alguns tipos florísticos de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Biologia* 1: 76-92.
- Marimon, B.S.; Felfili, J.M. & Haridasan, M. 2001a. Studies in monodominant forests in eastern Mato Grosso, Brazil: I. A forest of *Brosimum rubescens* Taub. *Endinburg Journal of Botany* 58: 123-137.
- Marimon, B.S.; Felfili, J.M. & Haridasan, M. 2001b. Studies in monodominant forests in eastern Mato Grosso, Brazil: II. A forest in the Areões Xavante Reserve. *Endinburg Journal of Botany* 58: 483-897.
- Martins, F.R. 1979. O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual no interior de São Paulo: Parque Estadual do Vassununga. Tese de Doutorado. USP, São Paulo.
- Melo, D.R. 1992. *As veredas nos planaltos do noroeste mineiro; caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos*. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro.
- Mendonça, R.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva-Júnior, M.C.; Rezende, A.V.; Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E.N. 1998. Flora lenhosa do bioma Cerrado. Pp. 287-556. In Sano, S.M. & Almeida, S.P. (orgs.). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA-Cerrados, Planaltina.
- Munhoz, C.B.R. Padrões de distribuição espacial e sazonal em campo limpo úmido.. Tese de doutorado. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília.

- Nascimento, A.R.T.; Felfili, J.M. & Meirelles, E.M.L. 2004. Florística e estrutura de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta no município de Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botanica brasílica* 18: 659-669.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 1995. A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Endinburg Journal of Botany* 52: 141-194.
- Phillips, M.S. 1994. *Measuring trees and forests*. 2^{ed}. CAB International, Oxford. 310 p.
- Pott, A. & Pott, V.J. 2003. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. Pp. 26-52. In: Costa, R.B. (org.). In Costa, R.B.C. (org.). *Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste*. UCDB, Campo Grande.
- PP-BIO-Amazônia. 2001. Programa de Pesquisa em Biodiversidade. MCT. Delineamento espacial e protocolos de coleta. 91p. (Relatório de Workshop, Belém-PA, não publicado).
- Ramirez, N. & Brito, Y. 1990. Reproductive of a tropical palm swamp community in Venezuelan llanos. *American Journal of Botany* 77: 1260-1271.
- Reatto, A.; Correia, J.R. & Spera, S.T. Solos do bioma Cerrado. Pp. 47-86. In Sano, S.M. & Almeida, S.P. (orgs.). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA-Cerrados, Planaltina.
- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. Pp. 89-166. In Sano, S.M. & Almeida, S.P. (orgs.). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA-Cerrados, Planaltina.
- Rizzini, C.T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil*. Âmbito Cultural Edições LTDA.
- Rodal, M.J.N.; Sampaio, E.V.S.B. & Figueiredo, M.A. (orgs.). 1992. *Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – Ecossistema Caatinga*. Sociedade Botânica do Brasil.
- Rodal, M.J.N.; Andrade, K.V.A. & Sales, M.F. 1998. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica* 58: 517-526.
- Sampaio, A.B.; Walter, B.M.T. & Felfili, J.M. 2000. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. *Acta Botanica Brasílica* 14: 197-214
- Sampaio, A.B. 2001. *Efeito de borda nas espécies arbóreas de uma Floresta Estacional Decidual no vale do Paranã*. Dissertação de Mestrado. UnB, Brasília.
- Scariot, A. & Sevilha, A.C. 2000. Diversidade, estrutura e manejo de florestas decíduais e as estratégias para conservação. Pp. 183-188. In Cavalcanti, T.B. & Walter, B.M.T. (eds.). *Tópicos atuais em Botânica - Palestras convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica*. EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília.
- Silva, L.A. & Scariot, A. 2004. Comunidade arbórea de uma floresta estacional decídua sobre afloramento calcário na Bacia do rio Paranã. *Revista Árvore* 28: 61-67.

Silva-Júnior, M.C. 1984. Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. Dissertação de Mestrado. UFV, Viçosa.

FISIONOMIAS DOS BIOMAS CERRADO E PANTANAL



cerrado sensu stricto



cerrado sensu stricto



cerrado sensu stricto



cerrado sensu stricto



cerrado rupreste



cerrado rupreste



cerrado rupreste



cerradão



mata de galeria



mata de galeria



mata de galeria



mata de ciliar



mata de galeria



mata de ciliar



mata de ciliar

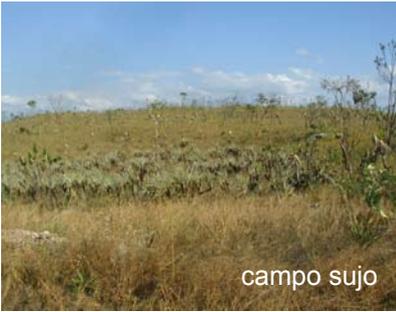




campo limpo



campo limpo



campo sujo



campo sujo



campo sujo



vereda



vereda



vereda

