

MUDANÇAS FITOFISIONÔMICAS NO CERRADO: 18 ANOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA, UBERLÂNDIA - MG

Edivane Cardoso

Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), Catalão-GO
edivane.cardoso@yahoo.com.br

Maria Inês Cruzeiro Moreno

Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás (UFG)
inmoreno@hotmail.com

Emilio M. Bruna

Department of Wildlife Ecology and Conservation & Center for Latin American Stud
embruna@ufl.edu

Heraldo L. Vasconcelos

Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
heraldo@umuarara.ufu.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi o de produzir um mapa atualizado da vegetação da Estação Ecológica do Panga (EEP) (Uberlândia, MG) e avaliar as eventuais mudanças na cobertura vegetal dos 404 ha da reserva desde a sua criação. Para isto comparamos o mapa da cobertura vegetal elaborado em 1987, logo após a criação da reserva, com mapa de 2005 baseado em análise de imagem de satélite multiespectral Quickbird. Houve um aumento nas áreas de mata mesófila (de 7,0% da área da reserva em 1987 para 11,4% em 2005), de cerradão (de 2,5% para 4,3%), de cerrado sentido restrito (de 37,5% para 43,7%) e de campo cerrado (de 12,5% para 34,2%). De outro lado, as áreas de campo sujo, que ocupavam 30% da área da reserva, praticamente desapareceram (0,4% em 2005). Houve também uma diminuição na área de campos úmidos e veredas (de 9,0% para 5,8%) e de áreas alteradas (de 1,5% para 0,1%). Nosso estudo dá apoio a hipótese de que no Cerrado as fisionomias mais abertas situadas em áreas sem impedimentos edáficos não são comunidades clímax, mas sim estágios sucessionais pós-perturbação. Na EEP, com a diminuição na incidência de fogo e outras perturbações antrópicas houve um significativo incremento na densidade arbórea em formações savânicas e campestres num período de apenas 18 anos.

Key words: Estação Ecológica do Panga, conservation, savanna, cerrado, remote sensing

CHANGES IN CERRADO VEGETATION PHYSIOGNOMIES: 18 YEARS OF ECOLOGICAL SUCCESSION AT ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PANGA, UBERLÂNDIA - MG

ABSTRACT

The objective of this study was to produce an updated vegetation map of the Estação Ecológica do Panga (EEP) (Uberlândia, MG, Brazil), and use this map to document changes in the distribution of cerrado plant physiognomies along the 404 ha of the reserve. To do so we compared a map of the vegetation cover in 1987, soon after the reserve had been created, with one for 2005 created using the analysis of a georeferenced Quickbird multispectral satellite image. We found there was an increase in *mata mesófila* (from 7.0% of the reserve in 1987 to 11.4% in 2005), *cerradão* (from 2.5% to 4.3%), *cerrado sentido restrito* (from 37.5% to 43.7%) and *campo cerrado* (from 12.5% to 34.2%). In contrast, the *campo sujo* that occupied approximately 30% of the reserve in 1987 practically disappeared (only 0.4% in 2005). There was also a reduction in the amount of *campos úmidos* and *veredas* (from 9.0% to 5.8%) and anthropogenically altered areas (from 1.5% to 0.1%). Our

Recebido em 10/05/2009

Aprovado para publicação em 15/08/2009

study supports the notion that, in the Cerrado, more open plant physiognomies located in areas without apparent edaphic limitations are not climax communities, but rather post-perturbation successional stages. The reduction in fire frequency and other anthropogenic alterations at EEP has resulted in a significant increment in woody cover in the grassland and savanna areas in a mere 18 years.

Palavras-chave: Estação Ecológica do Panga, conservação, savana, cerrado, sensoriamento remoto

INTRODUÇÃO

As savanas são um dos ecossistemas de mais ampla distribuição nos trópicos, ocupando originalmente 65% da África, 60% da Austrália e 45% da América do Sul (HUNTLEY e WALKER 1982). Em boa parte da América do Sul o bioma savana é conhecido como Cerrado, o qual ocupa uma extensão de 2 milhões de km². Assim como a maioria das savanas do mundo, o Cerrado não é um tipo homogêneo de habitat, mas sim um mosaico de fisionomias vegetais que incluem desde campos abertos, savanas propriamente ditas, até florestas densas (OLIVEIRA-FILHO e RATTER 2002). O Cerrado é um dos biomas terrestres de maior endemismo e diversidade de espécies. Estimava-se que nesta região haviam 10 mil espécies de plantas, das quais aproximadamente 4.400 são endêmicas (CASTRO 1999, OLIVEIRA-FILHO e RATTER 2002). O checklist mais recente da flora do cerrado estimou uma riqueza de 12356 espécies (MENDONÇA 2008). É também um dos ecossistemas mais ameaçados da América do Sul, já que mais de 50% do bioma foi convertido para uso agrícola e o restante está bastante fragmentado.

Uma das principais questões sobre o bioma do Cerrado é a determinação dos fatores responsáveis pela sua distribuição e pela dinâmica das suas fitofisionomias (HENRIQUES 2005). Nas savanas da África e da Ásia as comunidades vegetais são reguladas por uma combinação de fatores ascendentes, principalmente água e nutrientes, e descendentes como o fogo e a herbivoria (ROQUES 2001, AUGUSTINE 2003). Por exemplo, na África, a regeneração e a densidade de *Acacia* e outras importantes espécies arbóreas é ditada pela interação entre fogo, herbívoros e condições edáficas locais (MCNAUGHTON e GEORGIADIS 1986, KEESING 2000, SHAW 2002). Já no Cerrado os estudos existentes sugerem que as variações fisionômicas são determinadas principalmente pela profundidade, drenagem e fertilidade do solo, e pela ação do fogo (HENRIQUES 2005). O fogo tem forte impacto sobre a dinâmica das populações de plantas, aumentando a mortalidade de plantas lenhosas (HENRIQUES e HAY 2002, HOFFMAN e MOREIRA 2002). Na ocorrência de fogo, a vegetação pode sofrer uma regressão para uma fisionomia mais aberta. Dado que a ocorrência de fogo no Cerrado aumentou dramaticamente pela expansão das atividades humanas nesta região, alguns autores sugerem que as fisionomias mais abertas situadas em áreas sem impedimentos edáficos representam diferentes estágios sucessionais pós-fogo (revisão em HENRIQUES 2005). Ou seja, não são comunidades clímax, mas sim formações secundárias resultantes de perturbações, tais como fogo. Se esta hipótese está correta então se espera que na ausência de fogo (e de outras formas de perturbação como o corte seletivo de madeira e o pastoreio pelo gado) ocorra regeneração da vegetação nativa. Entretanto, estudos de longo prazo sobre a dinâmica da vegetação pós-perturbação ainda são raros (porém veja DURIGAN 1987, MOREIRA 2000) o que limita o potencial para generalizações sobre o caráter sucessional ou não das fisionomias abertas do Cerrado.

Na região do Triângulo Mineiro, em Minas Gerais, o Cerrado foi em grande parte ocupado por monoculturas e áreas urbanas. A Estação Ecológica do Panga, localizada em Uberlândia, é uma Reserva Particular de Patrimônio Natural (RPPN) e abriga diversas fitofisionomias do Cerrado. Em 1987, logo após a criação da reserva, foi efetuado um mapeamento e inventário da vegetação da mesma (SCHIAVINI e ARAÚJO 1989). A partir de então, no campo, foram observadas variações na densidade e composição da vegetação, além de que grande quantidade de pesquisas foram realizadas na referida área utilizando como base o mapeamento inicial daqueles autores. Com o surgimento de novas técnicas de análise da paisagem e a disponibilização de dados digitais recentes, houve a possibilidade de delimitar mudanças e fornecer um mapa atualizado da reserva. Os objetivos do presente estudo foram

a) produzir um mapa atualizado da vegetação da reserva, b) quantificar a área ocupada em 2005 por cada fitofisionomia e c) determinar a ocorrência e a magnitude de eventuais mudanças na cobertura vegetal num período de 18 anos (1987-2005).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudos

A Estação Ecológica do Panga (EEP) é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (Portaria IBAMA nº 072/97 de 4 de junho de 1997) que foi criada em 1986 pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) para a realização de pesquisas em ambientes naturais preservados. A EEP tem uma área de 403,85 ha e está situada a cerca de 30 km ao sul do centro da cidade de Uberlândia, MG (19°10'S, 48°24'O) (Figura 1). A reserva faz limites ao norte com o ribeirão do Panga (drenagem que deu origem ao nome da reserva e que pertence à bacia do rio Paranaíba), a leste com a rodovia BR-455 Uberlândia-Campo Florido, e ao sul e a oeste com duas fazendas.

A EEP contém vários tipos de vegetação característicos da região do bioma Cerrado, incluindo-se vegetações savânicas, como o cerrado ralo e o cerrado sentido restrito, vegetações florestais, como o cerradão e as matas de galeria, e vegetações campestres como os campos úmidos (SCHIAVINI e ARAÚJO 1989). Antes da criação da reserva, as áreas com vegetação savânica e campestre da EEP foram utilizadas como pastagem para a criação de gado. De acordo com alguns dos antigos proprietários e dos atuais vizinhos da EEP, sabe-se que o fogo era usado para a manutenção destas pastagens. É provável também que tenha havido o corte seletivo de madeira nas áreas de pasto, como foi também o caso em algumas áreas florestais da reserva (SCHIAVINI e ARAÚJO 1989). Desde a criação da EEP, a UFU tenta manter a reserva protegida de incêndios. Ainda assim, até 2005, há registro de dois incêndios (em 1992 e 2003) que queimaram parte da vegetação da reserva (o mesmo tendo ocorrido, mais recentemente, nos anos de 2006 e 2007).

A EEP está situada a uma altitude que varia entre 740 a 830 m acima do nível do mar (Figura 1). Em sua grande extensão, o relevo é plano a levemente inclinado, com declividades menores que 3%. O solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo que é caracterizado como um solo profundo, distrófico e com textura granular média. Há ainda solos hidromórficos de textura arenosa no fundo dos vales e nódulos ferruginosos disseminados de forma irregular pela reserva (LIMA e BERNADINO 1992).

O clima da região é caracterizado por um verão chuvoso e um inverno seco. A precipitação média anual na EEP, medida entre os anos de 2005 e 2007, foi de 1482 mm, enquanto a temperatura média mensal foi de 22,8 °C. A distribuição das chuvas é fortemente sazonal. Mais de 70% da precipitação anual ocorre entre novembro e março (Figura 2).

Classificação da cobertura vegetal atual e análise das mudanças temporais

Ao longo do período de 2001 a 2005 foram realizadas incursões à EEP utilizando-se GPS, com obtenção de coleção de pontos e trilhas de coordenadas no sistema UTM, baseadas no Datum horizontal WGS-84. Foram registrados os posicionamentos de dados observados e 36 pontos de controle (pontos de referência, como entroncamento de estradas, confluência de córregos e edificações) da área de estudo e entorno. Ainda, para o presente estudo, utilizou-se uma imagem multiespectral (bandas do vermelho, verde, azul e infra-vermelho próximo) de 4 de maio de 2005, do sensor Quick Bird. Cada uma destas bandas espectrais utilizadas apresenta resolução espacial de 2,4m e resolução radiométrica de aproximadamente 2048 tonalidades (11 bits) (ROCHA 2002). Em sensoriamento remoto, quanto maiores são as resoluções espacial e radiométrica mais detalhes e variações na cobertura da superfície são detectáveis e, portanto, maior é a possibilidade de separação de suas classes (ROCHA 2002).

Através do uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) ENVI (versão 3.1), a imagem foi georreferenciada e corrigida geometricamente (correção de possíveis distorções da imagem em relação a pontos de controle/apoio) e os dados observados em campo foram então georreferenciados na imagem. Conhecendo-se várias classes de cobertura vegetal (adotando-se a classificação de RIBEIRO e WALTER 1998) da área de estudo e localizações de vários pontos em áreas representativas de cada classe, foram marcadas áreas denominadas no SIG como "amostras de treinamento".

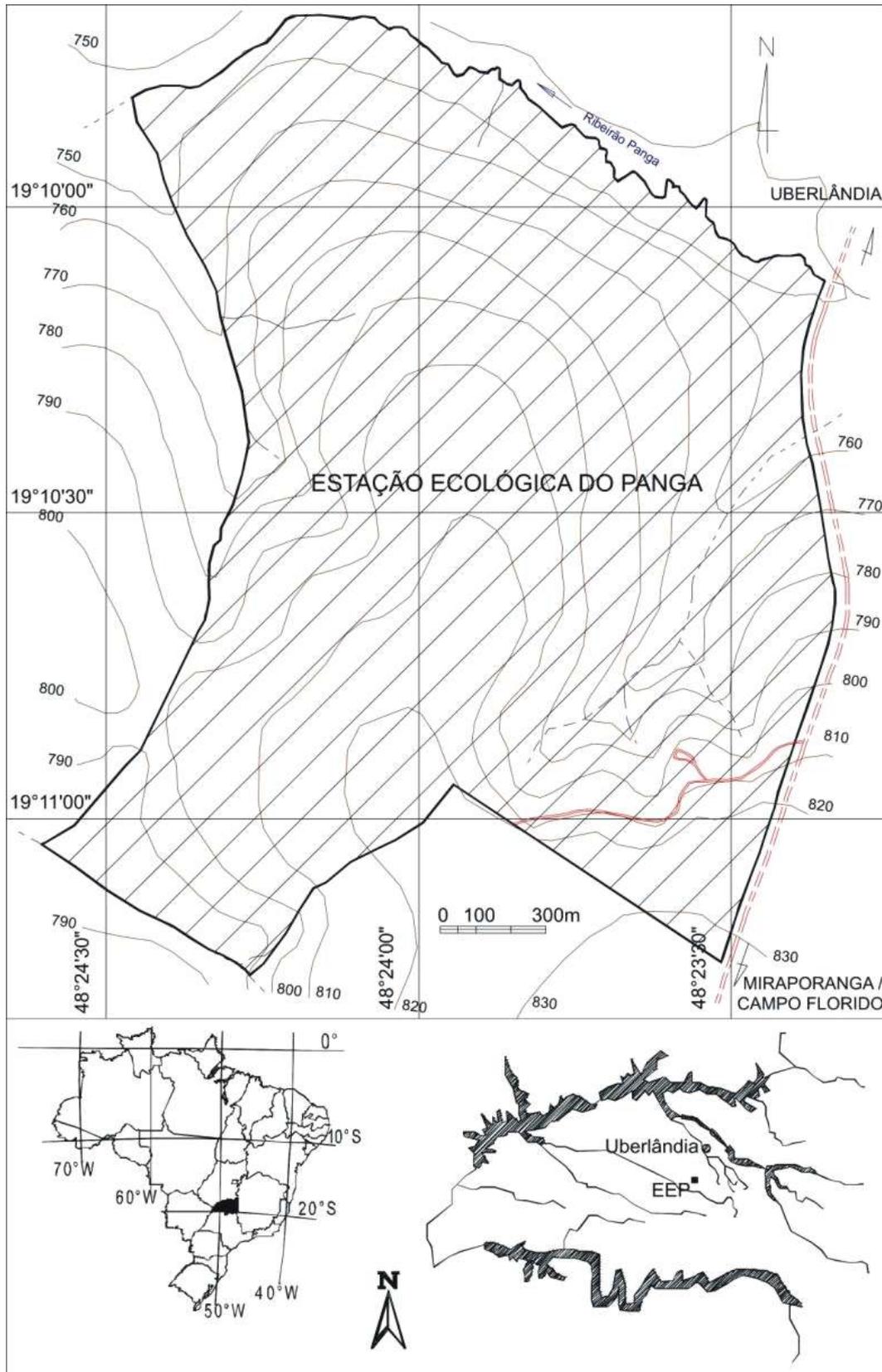


Figura 1. Mapa topográfico e localização da Estação Ecológica do Panga

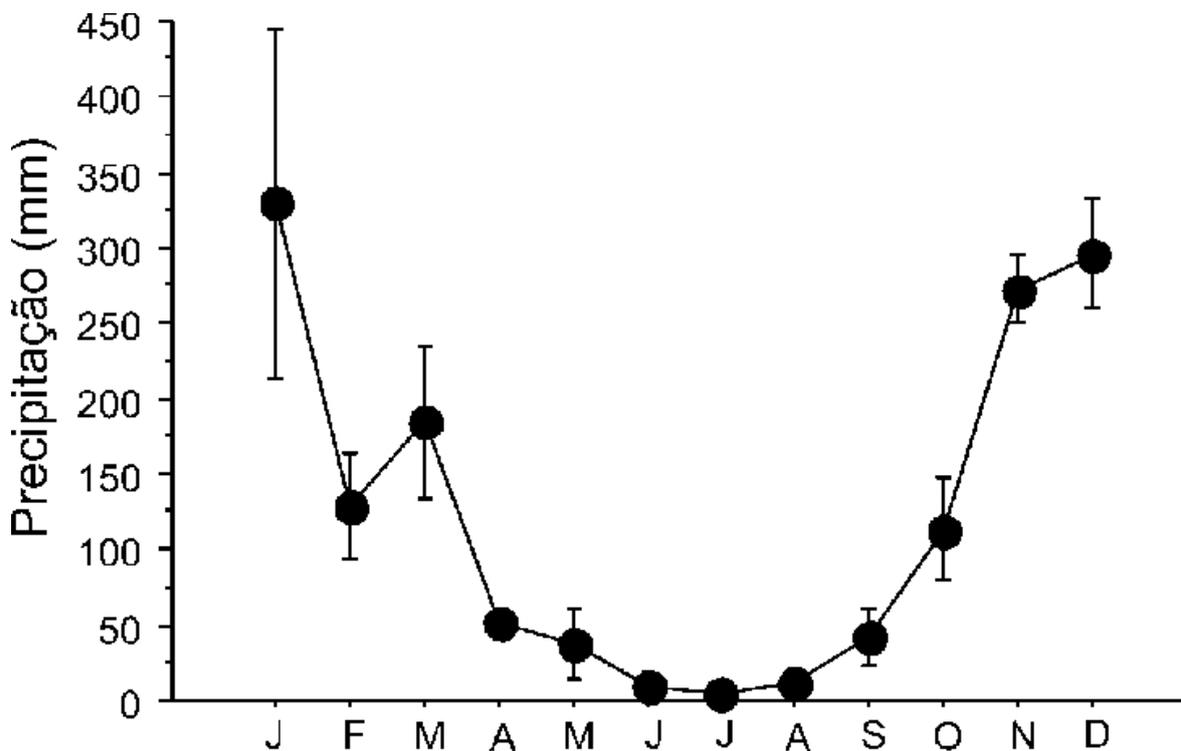


Figura 2. Precipitação média (\pm erro padrão.) mensal na Estação Ecológica do Panga entre os anos de 2005 e 2007.

A partir destas amostras foi realizada classificação automática supervisionada por máxima verossemelhança. De posse do mapa digital gerado, em formato raster (matriz de pontos), de distribuição da cobertura vegetal da EEP, as áreas ocupadas por cada classe de vegetação foram vetorizadas (delimitadas) manualmente e quantificadas utilizando-se o programa AutoCAD. Algumas formações vegetais que não apresentaram diferenciação na classificação automática (tais como mata de galeria e mata seca, além de cerradão distrófico e mesotrófico) foram delimitadas através de mapeamentos realizados em campo e mapas de distribuição fitofisionômica disponíveis em bibliografias produzidas a partir de pesquisas realizadas na EEP. Os resultados foram confirmados e/ou corrigidos a partir de outros pontos de controle anteriormente não utilizados nas fases de georreferenciamento, correção geométrica e determinação das amostras de treinamento.

Para determinação das mudanças temporais na vegetação da EEP comparou-se o mapa produzido no presente estudo (referente a 2005) com o mapa da cobertura vegetal da reserva, cuja aero-foto interpretação e levantamentos de campo ocorreram durante o período de maio de 1986 a maio de 1987 e apresentado por Schiavini e Araújo (1989). Aqueles autores fizeram a caracterização de cada tipo de vegetação com base em excursões semanais à área, quando foram empreendidas caminhadas por todos os limites da EEP, fazendo-se a conferência dos tipos de vegetação previamente identificados e demarcados através de fotointerpretação. A fotointerpretação foi realizada em pares aerofogramétricos do voo MG-103, IBC-GERCA, de 24/04/1979, na escala 1:25.000, com a ajuda de um estereoscópio de bolso.

Para efetuar esta análise comparativa dos mapas algumas das classes fitofisionômicas adotadas no presente estudo foram agrupadas umas a outras. Tal procedimento foi utilizado já que o estudo de 1989 utilizou uma classificação pouco diferente da classificação de Ribeiro e Walter (1998) que foi adotada aqui. Assim, as quatro formações florestais da classificação atual foram divididas em dois grupos: (1) mata mesófila, formado pela mata seca semidecídua e mata de galeria, e (2) cerradão, que inclui cerradão distrófico e cerradão mesotrófico. As áreas

de cerrado denso e cerrado típico foram agrupadas na categoria “cerrado sentido restrito” utilizada no primeiro levantamento. As áreas classificadas como de cerrado ralo no presente estudo foram comparáveis às de campo cerrado no estudo de 1987. Neste estudo o termo campo cerrado foi utilizado para denominar uma forma fisionômica intermediária entre cerrado sentido restrito e campo sujo utilizada em 1989, descrição esta que conforma a descrição do cerrado ralo (RIBEIRO e WALTER 1998). Finalmente, a fitofisionomia campestre tipo “campo úmido” e a savânica tipo “veredas” foram unidas em um único grupo de forma a ser comparado com a categoria “campo úmido e veredas” adotada por Schiavini e Araújo (1989). Foi utilizado o teste de Qui-quadrado para comparação das porcentagens de ocupação das diferentes fitofisionomias entre 1987 e 2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cobertura vegetal atual

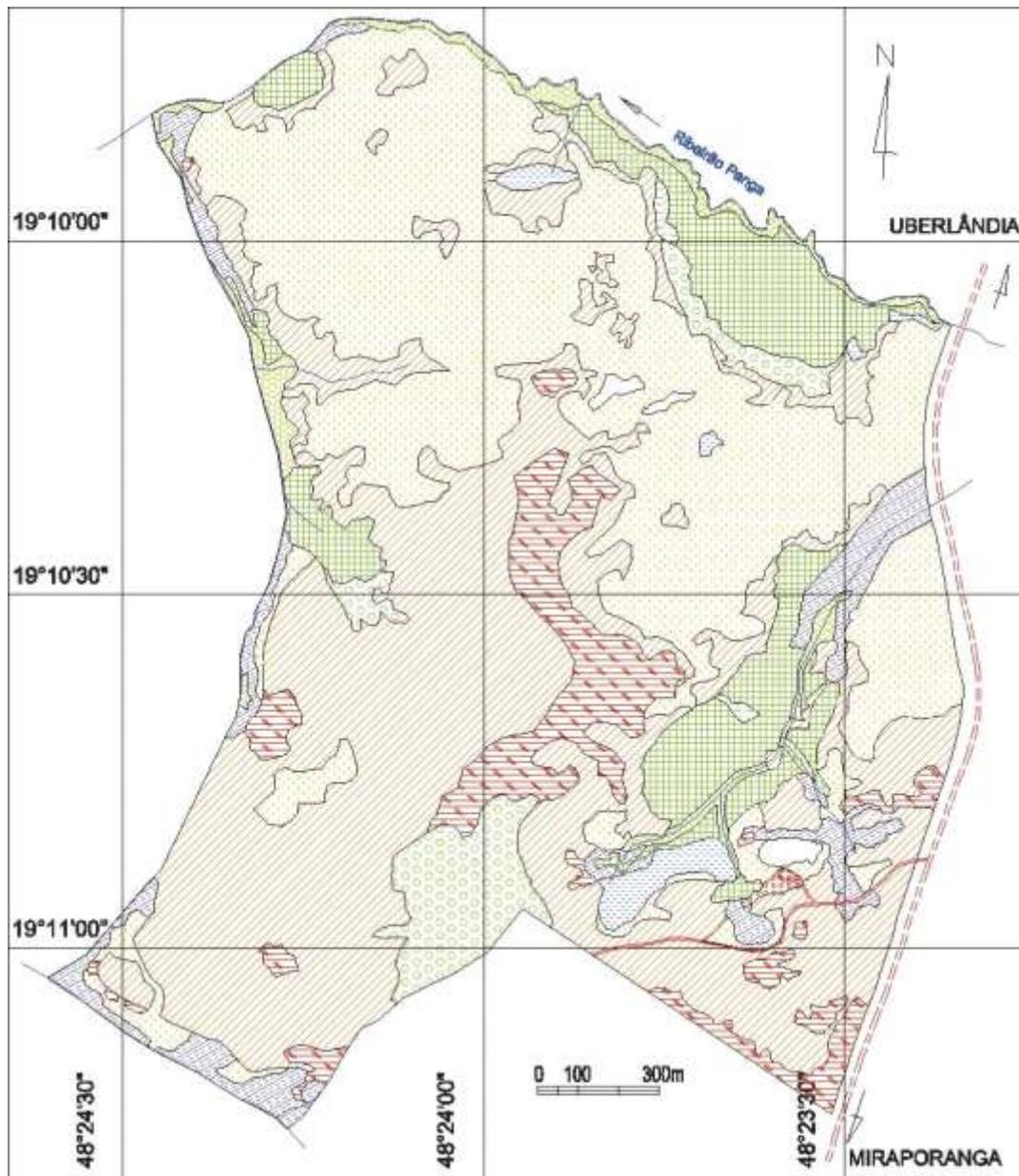
A partir da classificação dos tipos fitofisionômicos elaborada por Ribeiro e Walter (1998), observou-se que a EEP apresenta sete tipos fitofisionômicos, visto que cerrado denso, cerrado típico e cerrado ralo são variações da fitofisionomia cerrado sentido restrito, enquanto que o cerradão distrófico e mesotrófico são variações da fitofisionomia cerradão. Assim, além das fitofisionomias cerradão e cerrado sentido restrito há na reserva áreas com mata seca semidecídua, mata de galeria, campo sujo, campo úmido e veredas (Figura 3).

As matas secas semidecíduas compreenderam 9,01% do total da área estudada e distribuem-se nas partes inferiores das vertentes, muitas vezes limitando-se com matas de galeria, cerradão e cerrado típico (Figura 3). Dados de Moreno (2005) mostram que o estrato emergente da mata seca semidecídua é caracterizado por indivíduos maiores que 12 m, chegando a atingir a altura de 18 m, e é representado por indivíduos de *Anadenanthera colubrina*, *Terminalia brasiliensis*, *Luehea grandiflora*, *Hymenaea courbaril*, *Nectandra cissiflora*, *Aspidosperma subincanum*, *Matayba guianensis* e *Lithrea molleoides*. Destas espécies apenas a última não está entre os dez maiores valores de importância (IVI) da fitofisionomia. Segundo a mesma autora, o subosque é composto, principalmente, por indivíduos de *Alibertia sessilis*, *Eugenia involucrata* e *Casearia sylvestris*. Moreno e Schiavini (2001) verificaram que o solo sob a mata seca a nordeste da EEP apresenta elevada fertilidade, caracterizada por maiores concentrações de cálcio, magnésio e potássio além de alta saturação por bases quando comparadas a outras fitofisionomias. Esta característica do solo propicia o estabelecimento, exclusivamente neste ambiente, de espécies como *Acrocomia aculeata*, *Sweetia fruticosa* e *Cariniana estrelensis* (I. Schiavini, com. pess.).

As matas de galeria compreenderam 2,36% da EEP e estão distribuídas ao longo dos cursos d'água bem definidos (Figura 3). De acordo com a classificação vegetacional utilizada, as matas de galeria encontradas neste estudo são do tipo mata de galeria não inundável. Estas estão presentes ao longo da margem do ribeirão do Panga, na porção superior da drenagem interna e como fragmentos de menores dimensões ao longo da drenagem a oeste. São limitadas por vegetações dos tipos mata seca semidecídua, campo úmido e cerrado ralo (Figura 3).

Mendes (2002) encontrou como espécies mais importantes do estrato arbóreo de uma mata de galeria, na porção nordeste da EEP, as espécies: *Tapirira guianensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Nectandra cissiflora*, *Copaifera langsdorffii*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Luehea divaricata*, *Inga vera* var. *affinis*, *Protium heptaphyllum*, *Talauma ovata* e *Endlicheria paniculata*. No mesmo estudo a autora encontrou altura média do estrato arbóreo superior a 10 m, sendo que a altura máxima foi de 25 m. Cerca de 60% dos indivíduos têm entre 6 e 12 m de altura e 20% formam o dossel da mata de galeria. O solo da mata de galeria, que margeia o ribeirão do Panga, apresenta condições variadas com áreas arenosas a argilosas.

Em locais onde há maior porcentagem de partículas finas ocorre o acúmulo de matéria orgânica, cálcio e fósforo (Moreno e Schiavini 2001). Cardoso e Schiavini (2002) denominaram estes ambientes na mata de galeria como áreas depressionárias, com inundações periódicas. Nestes locais há o estabelecimento de espécies como *Talauma ovata* e *Calophyllum brasiliense* (MORENO e SCHIAVINI 2001). Estas espécies, segundo Lobo e Joly (1995) e Marques e Joly (2000), são típicas de ambientes onde o solo apresenta saturação hídrica.



LEGENDA:

| | | | | | |
|--|------------------------|--|----------------|--|-----------------------|
| | Matas seca semidecídua | | Cerrado denso | | Campo úmido |
| | Matas de galeria | | Cerrado típico | | Veredas |
| | Cerradão distrófico | | Cerrado ralo | | Área de uso antrópico |
| | Cerradão mesotrófico | | Campo sujo | | |

Figura 3. Mapa da cobertura vegetal da Estação Ecológica do Panga em 2005.

Figure 3. Vegetation map of the Estação Ecológica do Panga in 2005.

Outra classe de vegetação florestal encontrada na EEP foi o cerradão. Durante a análise de geoprocessamento as áreas de cerradão pouco diferiram das demais formações florestais. Assim, seus limites e subtipos foram demarcados no presente estudo, principalmente, a partir de descrições de Moreno (2001), Moreno e Schiavini (2001), Moreno (2005), e visitas a campo. Na EEP são encontrados os dois subtipos descritos por Ribeiro e Walter (1998), sendo eles o cerradão distrófico, ocupando 4,10%, e o cerradão mesotrófico com 0,21% da área total. Ao todo foram detectadas três áreas de cerradão distrófico, distribuídas em diferentes níveis topográficos ao longo da área, e duas áreas características de cerradão mesotrófico (Figura 3).

No cerradão sobre solo mesotrófico, localizado na região centro-leste da EEP, verifica-se a presença de uma flora típica caracterizada por espécies como *Terminalia glabrescens*, *Diospyros hispida*, *Myracrodruon urundeuva* e *Hymenaea courbaril* entre as de maior IVI, formando o estrato emergente, com indivíduos de até 20 m de altura (MORENO 2005). Nesta fitofisionomia também foram encontrados indivíduos de *Magonia pubescens* que, segundo Ratter (1971), é uma espécie de cerradão indicadora de solos mesotróficos.

Moreno (2005) e Cardoso (2006) verificaram que o solo sob este cerradão apresenta maiores concentrações de cálcio na camada superficial (0 a 10 cm) em relação às subsuperficiais. Moreno (2005) verificou pequena concentração de alumínio na camada superficial de solo. Porém, em profundidades maiores (20 a 40 cm), a concentração de cálcio diminui e a de alumínio elevou-se a níveis comparados a solos de fitofisionomias de solos distróficos. No cerradão mesotrófico, localizado a norte-nordeste da EEP, Moreno (2001) encontrou na camada superficial do solo valores de saturação por bases superiores a 50%, além de concentrações de cálcio e magnésio comparáveis às da mata seca, o que propiciou o estabelecimento de *Diospyros hispida*, uma espécie que, segundo Sampaio (2000), é característica de mata seca, onde o solo apresenta maior fertilidade. A possível ocorrência de rochiosidade subsuperficial determinando maior declividade (CARDOSO e SCHIAVINI 2002) associada à maior fertilidade do solo (Moreno e Schiavini 2001), em relação às demais parcelas de cerradão do fragmento florestal, e a presença de espécies típicas de cerradão, que ocorrem em locais com maior disponibilidade de nutrientes, permite classificar esta área como cerradão mesotrófico. Na área de cerradão sobre solo distrófico os indivíduos emergentes apresentam altura maior que 8 m e são representados por *Qualea grandiflora*, *Copaifera langsdorffii*, *Vochysia tucanorum*, *Matayba guianensis*, *Virola sebifera*, *Ocotea corymbosa* e *O. pulchella*, as quais ocupam os maiores valores de IVI, sendo que a maioria dos indivíduos destas espécies possui altura variando entre 2,4 e 7,4 m (MORENO 2005). Outras espécies abundantes nas áreas de cerradão distrófico da EEP são *Xilopia aromatica*, *Coussarea hydrangeaefolia*, *Miconia albicans*, *Rudgea viburnoides*, *Symplocos* sp. e *Ocotea pulchella* (COSTA e ARAÚJO 2001).

A maior parte da EEP apresenta a cobertura vegetal composta por formações savânicas. Cerca de 71,00% da reserva é ocupada por extensas áreas de cerrado típico e cerrado ralo (Figura 3). Tais fitofisionomias, juntamente com o cerrado denso, são consideradas variações do cerrado sentido restrito na classificação de Ribeiro e Walter (1998). São caracterizadas pela predominância de estrato arbóreo formado por indivíduos relativamente baixos, inclinados, tortuosos, ramificados irregularmente, partes aéreas protegidas por cascas cortiçosas (tronco) e pilosidade densa (nas folhas e gemas apicais). Ainda, tais fitofisionomias são distintas entre si quanto à maneira como os indivíduos lenhosos são agrupados e espaçados.

O cerrado típico da EEP, que compreendeu 36,84% da área, distribui-se predominantemente nos topos das vertentes, de trechos ao sul até a parte central, e nas bordas das formações florestais de fundos dos vales, formando transições entre as formações mais densas e as mais abertas. O estrato arbóreo é composto por indivíduos mais espaçados e de menor altura. Também é observado formando fragmentos em meio ao cerrado ralo a norte e uma parte a sul (Figura 3). No levantamento fitossociológico realizado por Moreno (2005) foi verificado que nesta formação vegetacional os indivíduos de *Bowdichia virgilioides*, *Pera glabrata*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Dalbergia miscolobium*, *Terminalia glabrescens* e *Sclerolobium aureum* compõem o estrato emergente, com indivíduos maiores que 5 m, e que *Miconia albicans*, a espécie de maior IVI desta fitofisionomia, apresenta a maioria dos indivíduos amostrados entre 0,4 e 4,4 m.

O cerrado ralo compreendeu 34,24% da área total da reserva. Sua ocorrência se dá principalmente na parte norte ou em porções pequenas e disjuntas, as quais estão limitadas por veredas e cerrado típico, constituindo, em vários locais, gradientes transicionais entre tais fitofisionomias. Em poucos locais este tipo vegetacional limita-se diretamente com formações florestais. Exemplo desta situação se dá na parte norte, onde o cerrado ralo apresenta transição abrupta com trechos de mata de galeria às margens do ribeirão Panga (Figura 3). Moreno (2005) denomina o cerrado ralo da EEP de campo cerrado e o caracteriza como sendo formado por dois estratos distintos, um caracterizado por indivíduos maiores que 5 m, representados, principalmente, por *Erythroxylum suberosum*, *Piptocarpha rotundifolia*, *Rudgea viburnoides*, *Bowdichia virgilioides* e *Byrsonima crassa* e outro estrato com indivíduos menores que cinco metros, representados, principalmente, por indivíduos de *Davilla elliptica*, *Miconia albicans*, *Qualea grandiflora*, *Acosmium subelegans* e *Roupala montana*. A maioria dos indivíduos lenhosos desta fitofisionomia apresenta variação de altura entre 0,4 e 3,4 m.

O cerrado denso compreendeu 6,88% da área estudada. Sua distribuição se dá principalmente na parte mais elevada da EEP, em superfície de muito pouca declividade e solo bem drenado. Várias outras áreas disjuntas e de dimensões bem menores são observadas nos limites ao sul da reserva e em pequenas extensões no interior da mesma (Figura 3). Os limites estimados para o cerrado denso mostraram-se predominantemente limitados com áreas de cerrado típico e, em menores extensões, com campos úmidos e veredas. Apenas na parte sul a grande área ocupada por cerrado denso se limita com cerradão distrófico. Sua distribuição e as fitofisionomias com as quais faz limitações indicam ser originada de adensamentos que ocorrem no interior de grandes áreas ocupadas por vegetação de cerrado típico. Moreno (2005) verificou que a vegetação do cerrado denso apresenta três estratos diferentes de indivíduos lenhosos. O primeiro é formado por indivíduos emergentes de *Qualea grandiflora*, *Symplocos platyphylla*, *Matayba guianensis*, *Vochysia tucanorum*, *Qualea parviflora*, *Tapirira guianensis*, *Xylopia aromatica* e *Caryocar brasiliense* com altura superior a 7 m. O segundo estrato (intermediário) é caracterizado pela presença de indivíduos entre 6 e 4 m de altura, representados por *Guapira graciliflora*, *Myrcia variabilis*, *Qualea multiflora*, *Byrsonima verbascifolia*, *Couepia grandiflora* e *Stryphnodendron polyphyllum* e, o estrato inferior é caracterizado por indivíduos menores que 4,0 m representados, principalmente, por *Roupala montana*, *Ocotea pulchella*, *Dimorphandra mollis*, *Kielmeyera coriacea*, *Acosmium dasycarpum*, *Styrax ferrugineus* e *Guapira graciliflora*.

A última formação savânica encontrada na área de estudo é a vegetação de veredas. Segundo descrições de Ribeiro e Walter (1998), é uma formação vegetal caracterizada pela presença marcante de vários indivíduos lenhosos da palmeira *Mauritia flexuosa*, popularmente conhecida como Buriti, distribuídos em meio ao estrato arbustivo-herbáceo. As veredas compreenderam 4,63% da EEP e são encontradas principalmente nos fundos dos vales das drenagens menores, visto que não é predominante tal tipo de vegetação na drenagem principal, o ribeirão do Panga. Apesar do solo úmido em grande período do ano, em nenhum caso constituem áreas de cabeceiras de nascentes, as quais ocorrem de forma difusa, em meio a áreas de campos úmidos ou formação florestal. São encontradas áreas de vereda ao longo das drenagens das porções sul, oeste, e a noroeste, além de áreas na maior drenagem interna, sendo duas próximas a cabeceiras e outra a leste, em grande trecho na parte inferior, próxima à estrada de acesso à estação (Figura 3). Em referência a uma área de vereda a sudoeste da EEP, Meirelles (2004) destacam a presença 51 gêneros de espécies herbáceas distribuídas, principalmente, nas famílias Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae.

As fitofisionomias campestres são representadas na EEP por áreas de campos limpos úmidos e campo sujo. Os campos limpos úmidos formam uma vegetação predominantemente graminosa e herbácea, caracterizada pela distribuição sobre solos hidromórficos. Na EEP (Figura 3) representaram, em 2005, 1,12% da área total. A maioria dos campos úmidos da EEP está posicionada sobre relevo côncavo (passando a muito pouco inclinado na base), embora alguns apresentem relevo convexo. Foi observado *in loco* que a convexidade atípica de superfícies de campos limpos úmidos, encontrada principalmente próxima à sede da EEP, se dá pela presença, em subsuperfície, de arenitos do grupo Bauru (identificados em campo pelo geólogo A.R. Santos, da Universidade Federal de Uberlândia), com cimento calcífero e níveis de calcretização, proporcionando a ocorrência de camadas resistentes e impermeáveis que

geram, respectivamente, convexidade e hidromorfia da superfície. Afloramento de tal litologia pode ser observado ao longo da drenagem próxima, principalmente na queda d'água conhecida localmente como "jardim do Éden".

O campo sujo é caracterizado, principalmente, pela presença de indivíduos lenhosos esparsos em meio a estrato herbáceo-graminoso. Três áreas na reserva, que ocupam 0,41% da área total estudada, foram classificadas com cobertura característica de campo sujo, sendo duas na parte central-norte, em meio a cerrado ralo, sobre solo profundo e bem drenado, e outra área próxima à sede, a sudeste, caracterizada por solo litólico em superfície com afloramento de canga laterítica (observações de campo). Segundo classificação de Ribeiro e Walter (1998), o campo sujo da EEP é do tipo campo sujo seco, ou seja, com lençol freático profundo. A vegetação do campo sujo é caracterizada pela presença de estrato herbáceo denso e estrato lenhoso distribuído de forma esparsa, sendo o estrato emergente caracterizado por indivíduos arbóreos maiores que 4 m de altura, representados por *Machaerium opacum*, *Piptocarpha rotundifolia*, *Byrsonima verbascifolia*, *Bowdichia virgilioides*, *Myrsine umbellata*, *Dimorphandra mollis*, *Kielmeyera coriacea*, *Stryphnodendron polyphyllum* e *Matayba guianensis* (MORENO 2005). Um segundo estrato desta fitofisionomia é caracterizado por árvores com alturas variando entre 1 e 4 m onde destacam-se a presença de indivíduos de *Caryocar brasiliense*, *Davilla elliptica*, *Miconia albicans*, *Erythroxylum suberosum* e *Tabebuia ochracea*.

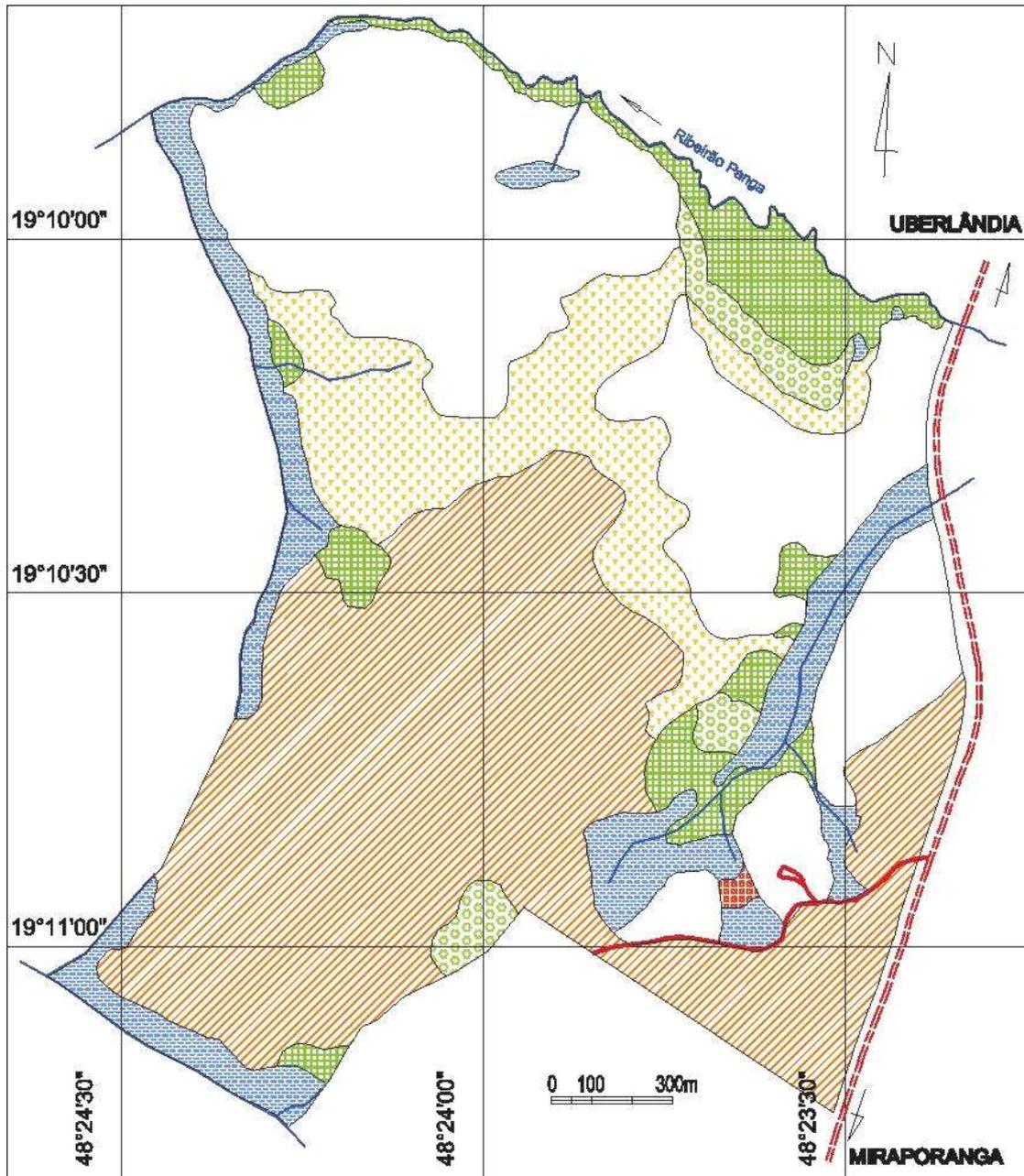
Uma única área, que representa 0,14% da reserva foi classificada como de uso antrópico. Trata-se de uma área alterada em torno à sede da reserva. Apesar de que as estradas de acesso interno são áreas alteradas, seu mapeamento não foi considerado no estudo realizado.

Variação temporal da cobertura vegetal da EEP

Houve mudanças significativas na cobertura vegetal da EEP entre 1987 e 2005 ($\chi^2 = 74,23$, g.l. = 6, $P < 0.001$). A variação na distribuição espacial dos tipos fitofisionômicos entre as datas consideradas pode ser observada comparando-se as Figuras 3 e 4. A comparação temporal quanto à área ocupada por cada fitofisionomia, nos dois períodos analisados é ilustrada na Figura 5. Os dois tipos fitofisionômicos campestres ("campo sujo" e "campo úmido e veredas") além das áreas alteradas (uso antrópico) anteriormente mapeadas por Schiavini e Araújo (1989) perderam representatividade na EEP, visto que grande parte de suas extensões foram ocupadas por vegetação arbórea mais densa. A expansão das atividades agrícolas no entorno da EEP, outrora ocupado por vegetação nativa (I. Schiavini, com. pess.), talvez tenha causado abaixamento do lençol freático local, explicando porque os campos úmidos e veredas estão desaparecendo. As áreas ocupadas em 1987 por campo sujo foram substituídas, predominantemente, por formações dos tipo campo cerrado e cerrado sentido restrito. As áreas de mata mesófila, que em 1987 foram classificadas como "profundamente alteradas pelo corte seletivo da vegetação arbórea" (SCHIAVINI e ARAÚJO 1989), se regeneraram parcialmente ao ponto de não mais serem classificadas como áreas alteradas. Por outro lado, uma nova área, de pequena dimensão, foi ocupada para uso antrópico em torno da sede da EEP. Ainda assim esta área mantém muitos indivíduos da flora característicos de cerrado sentido restrito.

As áreas de cerradão passaram por várias transformações em sua distribuição. Novas áreas surgiram onde antes havia vegetação de campo cerrado e cerrado sentido restrito. Um exemplo bastante significativo é o cerradão na porção sul da EEP, o qual expandiu sua distribuição sobre a vegetação de cerrado. Por outro lado, alguns fragmentos de cerradão perderam área para a mata mesófila. Isto ocorreu ao norte da EEP, às margens do ribeirão Panga (Figuras 3 e 4), como também evidenciado por levantamentos florísticos e análise de solos desta área (Moreno 2001).

Já o campo cerrado (= cerrado ralo pela classificação atual) que em 1987 ocupava 12,50 % da área total da EEP, teve sua distribuição aumentada para 34,20% (Figura 5). Apesar de ter perdido terreno para formações arbóreas mais densas, principalmente o cerrado típico, este tipo de vegetação passou a ocorrer em extensas áreas de campo sujo. Da mesma forma, observou-se uma expansão da área ocupada por mata mesófila (que na classificação usada aqui inclui as matas seca e de galeria) de 7,00 % em 1987 para 11,40% em 2005. As novas áreas com mata mesófila ocupam principalmente áreas anteriormente classificadas como campos úmidos e veredas além de algumas áreas de campo sujo e de cerradão.



LEGENDA:



(Adaptado de SCHIAVINI e ARAÚJO, 1989)

Figura 4. Mapa da cobertura vegetal da Estação Ecológica do Panga em 1987

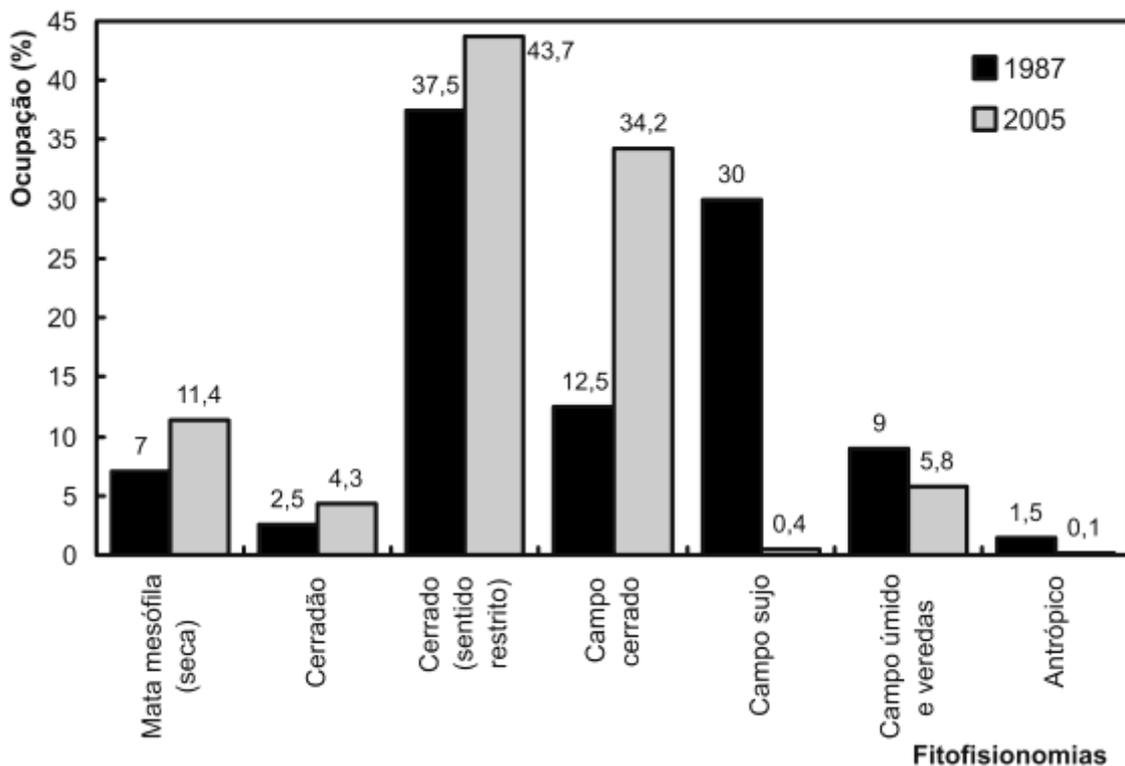


Figura 5. Variação temporal da ocupação relativa das fitofisionomias ocorrentes na Estação Ecológica do Panga entre os anos de 1987 e 2005.

Estes resultados mostram ter havido mudanças substanciais na cobertura vegetal da EEP num período de apenas 18 anos a despeito do fato de que a proteção da reserva contra incêndios não tenha sido absoluta. De qualquer forma a incidência de perturbações causadas pelo fogo foi reduzida, já que antes da criação da reserva o fogo era utilizado para a manutenção das pastagens numa base semi-anual, enquanto que depois da sua criação a reserva sofreu, em média, um incêndio a cada dez anos. Além disso, outra fonte de perturbação - o pastoreio pelo gado - foi praticamente eliminada, já que a vegetação da reserva não é mais usada como pastagem, embora em algumas ocasiões tenha ocorrido invasão por alguns animais das fazendas vizinhas. Finalmente, é bem provável que em algumas áreas da reserva tenha havido, antes da criação da mesma, o corte de madeira. Este parece ser o caso da área classificada por Schiavini e Araújo (1989) como de "campo sujo" (muito provavelmente um campo sujo antrópico; G.M. Araújo, com. pess.) já que praticamente toda esta área foi transformada num cerrado ralo em apenas 18 anos. Tal mudança na estrutura da vegetação seria improvável de ocorrer caso não houvesse o corte da vegetação, para formação de pastagem, antes da criação da reserva, visto que os campos sujos são tipicamente associados a solos rasos ou a solos de baixa fertilidade (RIBEIRO e WALTER 1998) onde o desenvolvimento da vegetação é bastante lento.

Alguns modelos sucessionais para o Cerrado sugerem que, na ausência de perturbações antrópicas, formações mais abertas, como as campestres e savânicas, deverão convergir para cerradão distrófico ou floresta estacional (PIVELLO e COUTINHO 1996, MEIRELLES 1997). Na EEP o cerradão distrófico praticamente dobrou de tamanho em 18 anos, passando de pouco mais de 2% da área da reserva para cerca de 4%. Entretanto, a maior expansão ocorreu a partir das margens de manchas de cerradão já existentes (especialmente aquela situada na margem sul da reserva (Figura 3), o que apóia a idéia de que a transição de cerrado típico para cerradão depende não apenas da proteção da área contra distúrbios mas também da disponibilidade local de sementes de espécies típicas de cerradão (MEIRELLES 1997). A vegetação da porção sudeste da reserva, apesar de não ter sido afetada por nenhum dos dois

incêndios que ocorreram na reserva, pouco se modificou ao longo do tempo, tendo se mantido em sua maior parte como cerrado típico. É interessante notar que esta é uma área com grande abundância de formigas cortadeiras de folha (*Atta* spp.), as quais podem ter importantes impactos ecológicos sobre a estrutura e dinâmica da vegetação de cerrado (Costa 2008).

Em conclusão, nosso estudo dá apoio a hipótese de que, no Cerrado, as fisionomias mais abertas situadas em solos profundos não são comunidades clímax, mas sim estágios sucessionais pós-perturbação (HENRIQUES 2005). As perturbações ocorridas no entorno da EEP e a diminuição da incidência do fogo e de outras perturbações antrópicas no interior da mesma resultou em uma quase completa transformação das áreas de campo sujo em cerrado ralo ou em cerrado típico, num período de apenas 18 anos. Da mesma forma houve um significativo incremento na densidade arbórea em formações savânicas mais abertas que agora são ocupadas por cerrado denso ou cerradão. Neste sentido é importante o contínuo monitoramento da vegetação da reserva a fim de serem determinadas possíveis novas mudanças.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Adriano Rodrigues dos Santos, pela identificação de algumas litologias ocorrentes na EEP e ao Dr. Glein Monteiro de Araújo pelos comentários e sugestões no manuscrito. A Dra. Ana Angélica Barbosa e ao Dr. Ivan Schiavini pelas informações sobre o histórico da EEP. Ao CNPq e a NSF (grant OISE 0437369) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AUGUSTINE, D.J.; MCNAUGHTON, S.J.; D.A. FRANK. Feedbacks between soil nutrients and large herbivores in a managed savanna ecosystem. **Ecological Application**, 13: 1325-1337. 2003.

CARDOSO, E. **Dinâmica de nutrientes em fitofisionomias do domínio dos cerrados na Estação Ecológica do Panga, região do Triângulo Mineiro**. 2006. 51 p. Tese (Doutorado). Universidade de Brasília

CARDOSO, E.; SCHIAVINI, I. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Botânica**, 25: 277-289. 2002.

CASTRO, A.; MARTINS, F. R.; TAMASHIRO, J. Y.; SHEPHERD, G. J. How rich is the flora of Brazilian cerrados. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 86: 192-224. 1999.

COSTA, A.A.; ARAÚJO, G.M. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, 15: 63-72. 2001.

COSTA A.N.; VASCONCELOS H.L.; VIEIRA-NETO E.H.M.; BRUNA E.M. Do herbivores exert top-down effects in Neotropical savannas? Estimates of biomass consumption by leaf-cutter ants. **Journal of Vegetation Science**, 19: 849-854. 2008.

DURIGAN, G.; SARAIVA, I.R.; GARRIDO, L.M.A.G.; GARRIDO, M.A.O.; PECHE-FILHO, A. Fitossociologia e evolução da densidade da vegetação do cerrado, Assis, SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, 41: 59-78. 1987

HENRIQUES, R.P.B. Influência da história, solo e fogo na distribuição e dinâmica das fitofisionomias no bioma do Cerrado. In **Cerrado: Ecologia, biodiversidade e conservação** (A. Scariot, J. C. Souza-Silva; J.M. Felfili, eds.). Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2005. p.73-92.

HENRIQUES, R.P.B.; HAY, J.D. Patterns and dynamics of plant populations. In **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna** (P.S. Oliveira; R.J. Marquis, eds.). New York: Columbia University Press. 2002. p. 140-158.

HOFFMANN, W.A.; MOREIRA, A.G. The role of fire in population dynamics of woody plants. In **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna** (P.S. Oliveira; R.J. Marquis, eds.). New York: Columbia University Press, 2002. p. 159-177.

HUNTLEY, B. J.; WALKER, B.H. (eds.) **Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-

Verlag. 1982.

KEESING, F. Cryptic consumers and the ecology of an African savanna. **Bioscience**, 50: 477-477. 2000.

LIMA, S.C.; BERNARDINO, A.R. Mapeamento dos solos da bacia do Ribeirão Panga. **Sociedade & Natureza**, 4: 85-98. 1992.

LOBO, P.C.; JOLY, C.A.. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hill (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, 18: 177-183. 1995.

MARQUES, M.C.M.; JOLY, C.A. Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 23: 107-112. 2000.

MCNAUGHTON, S. J.; GEORGIADIS, N.J. Ecology of African grazing and browsing mammals. **Annals of Reviewing in Ecological Systems** 17: 39-65. 1986.

MEIRELLES, M.L.; GUIMARÃES, A.J.M.; OLIVEIRA, R.C.; ARAÚJO, G.M.; RIBEIRO, J.F. Impactos sobre o estrato herbáceo de áreas úmidas do Cerrado. In **Cerrado: ecologia e caracterização** (L.M.S. Aguiar; A.J.A. Camargo, eds.). Brasília: Embrapa Cerrados. 2004. p.41-68.

MEIRELLES, M.L.; KLINK, A.C.; SILVA, J.C. Um modelo de estado y transiciones para el cerrado brasileño. **Ecotropicos**, 10: 45-50. 1997.

MENDES, S. **Comparação entre os estratos arbóreo e de regeneração da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG**. 2002. 77 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Uberlândia.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.V.; FILGUEIRAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E.; FAGG, C.W. Flora vascular do bioma cerrado: checklist com 12356 espécies. In **Cerrado: ecologia e flora** (S.M. Sano; S.P. Almeida; J.F. Ribeiro, eds.). Brasília: Embrapa Cerrados. Vol. 2. 2008.

MOREIRA, A.G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography** 7: 1021-1029. 2000.

MORENO, M.I.C. **Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG)**. 2001. 84 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Uberlândia.

MORENO, M.I.C. **Estado nutricional de espécies lenhosas e disponibilidade de nutrientes no solo e na serapilheira em diferentes fitofisionomias do cerrado na região do Triângulo Mineiro**. 2005. 109 p. Tese (Doutorado), Universidade de Brasília.

MORENO, M.I.C.; SCHIAVINI, I. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, 24: 537-544. 2001.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RATTER, J. T. Vegetation physiognomies and woody flora o the cerrado biome. In **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna** (P.S. Oliveira; R.J. Marquis, eds.). New York: Columbia University Press. 2002. p. 91-120.

PIVELLO, V.R.; COUTINHO, L.M. A quantitative successional model to assist in the management of Brazilian Cerrados. **Forest Ecology Management**, 87: 127-138. 1996.

RATTER, J. A. Some notes on two types of Cerradão occurring in north eastern Mato Grosso. In **III Simpósio sobre o Cerrado** (M.G. Ferri, ed.). EDUSP/ Edgard Blucher, São Paulo, p. 101-102. 1971.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In **Cerrado: ambiente e flora**. (S.M. Sano; S.P. Almeida, eds.). Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1998. p. 89-166.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Editora do Autor.

2002. 220 p.

ROQUES, K.G.; O'CONNOR, T. G.; WATKINSON A.R. Dynamics of shrub encroachment in an African savanna: relative influences of fire, herbivory, rainfall and density dependence. **Journal of Applied Ecology**, 38: 268-280. 2001.

SAMPAIO, A.B., WALTER, B.M.T.; FELFILI, J.M. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. **Acta Botanica Brasilica**, 14: 197-214. 2000.

SCHIAVINI, I.; ARAÚJO, G.M. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). **Sociedade & Natureza**, 1: 61-66. 1989.

SHAW, M.T., KEESING, F.; OSTFELD, R.S. Herbivory on *Acacia* seedlings in an East African savanna. **Oikos**, 98: 385-392. 2002.