



**UFG**

**Universidade Federal de Goiás**

Instituto de Ciências Biológicas

*Programa de Mestrado em Ecologia e Evolução*

Dissertação de Mestrado

**Biodiversidade e distribuição da Família  
Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de  
Goiás e Tocantins**

*João Henrique Borges Miatelo*

*Orientador: Prof. Dr. Piero G. Delprete*

*Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo De Marco Jr.*

**Goiânia  
Julho 2008**



### Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás-UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       **Dissertação**       **Tese**

#### 2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor(a):	João Henrique Borges Miatelo		
CPF:		E-mail:	João_henriquebm@hotmail.com
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?		<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Vínculo Empregatício do autor			
Agência de fomento:		Sigla:	
País:		UF:	
		CNPJ:	
Título:	Biodiversidade e distribuição da Família Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins		
Palavras-chave:	Cerrado, Goiás, Tocantins, Distrito Federal, Rubiaceae, distribuição, conservação, biodiversidade, altitude		
Título em outra língua:			
Palavras-chave em outra língua:			
Área de concentração:	Biologia/Ecologia		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	14/07/2008		
Programa de Pós-Graduação:	Ecologia e Evolução		
Orientador(a):	Dr. Piero Giuseppe Delprete		
CPF:		E-mail:	
Co-orientador(a):	Dr. Paulo De Marco Jr.		
CPF:		E-mail:	

#### 3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?<sup>1</sup>       total       parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: \_\_\_\_\_

Outras restrições: \_\_\_\_\_

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Assinatura do(a) autor(a)

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

*João Henrique Borges Miatelo*

Biodiversidade e distribuição de Família  
Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de  
Goiás e Tocantins

**Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Goiás,  
ICB – Programa de Pós-  
Graduação em Ecologia e  
Evolução, para a obtenção do  
título de Mestre.**

Goiânia  
Julho 2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(GPT/BC/UFG)

**Miatelo, João Henrique Borges.**  
**M618b Biodiversidade e distribuição da família Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins [manuscrito] / João Henrique Borges Miatelo. – 2008.**  
**70 f. : il. ; figs., tabs.**

**Orientador: Prof. Dr. Piero G. Delprete; Co-Orientador: Prof. Dr. Paulo De Marco Jr.**

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, 2008.**

Bibliografia: 67-70.

**Inclui listas de figuras e de tabelas.**

**Apêndices.**

1. Biodiversidade – Cerrado - Conservação 2. Biodiversidade – Cerrado - Goiás[Estado] 3. Biodiversidade –Cerrado - Distrito Federal [Brasil] 4. Biodiversidade - Cerrado – Tocantins [Estado] 5. Rubiaceae – Cerrado I. Delprete, Piero G. II. De Marco Jr., Paulo. III. Universidade Federal de Goiás, **Instituto de Ciências Biológicas.** IV. Título.

CDU: 504.73:582.972(213.54)

## **Agradecimentos**

Inicialmente agradeço aos meus pais João e Rose por todo o apoio e carinho que tiveram comigo ao longo de toda a minha vida e contribuíram muito para eu ser a pessoa que sou.

Aos irmãos Vívian e Vinícius e à namorada Tatiane, que conseguiram compreender minha ausência em muitas ocasiões e suportaram muitas vezes meu mau-humor.

Ao Professor Piero Giuseppe Delprete pela orientação tão cuidadosa e paciente, a qual sem dúvida alguma proporcionou um excelente aprendizado e um grande crescimento no âmbito da ciência.

Ao Professor Paulo De Marco Jr., meu co-orientador, pelo auxílio na difícil, mas prazerosa, tarefa de utilizar as ferramentas estatísticas.

Aos meus amigos Flávio, Thiago, Dilermando e Juliana pelo apoio, pelas sugestões e pelas brincadeiras que facilitaram a transposição das difíceis barreiras impostas pela vida e pelo mestrado.

À Josiane Kuntzer, minha grande companheira de digitação, de muitos dados, ao longo de muitos meses.

## Lista de Figuras

- Figura 1.** Mapa do Brasil mostrando em cinza as regiões cobertas pelo Bioma Cerrado e em destaque a área foco de estudo (DF – Distrito Federal; GO – Goiás; TO – Tocantins).....18
- Figura 2.** Mapa de abundância das espécies da família Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de quadrículas de 1° x 1°.....28
- Figura 3.** Mapa de abundância das espécies da família Ruiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalo, sobre uma malha de quadrículas de 1° x 1°.....29
- Figura 4.** Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1° grau.. .....30
- Figura 5.** Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.....31
- Figura 6.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1° .....32
- Figura 7.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.....33
- Figura 8.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jackknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1°.....34
- Figura 9.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jackknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.....35
- Figura 10.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por rarefação, que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1°..... 36
- Figura 11.** Mapa da diversidade Beta para as espécies de Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1°.....37
- Figura 12.** Mapa da diversidade Beta para as espécies da Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.....38

<b>Figura 13.</b> Mapa de abundância das espécies da família Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de quadrículas de 0,5 x 0,5°.....	44
<b>Figura 14.</b> Mapa de abundância das espécies da família Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de quadrículas de 0,5° x 0,5°.....	45
<b>Figura 15.</b> Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5 x 0,5°.....	46
<b>Figura 16.</b> Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5 x 0,5°.....	47
<b>Figura 17.</b> Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.....	48
<b>Figura 18.</b> Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.....	49
<b>Figura 19.</b> Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jacknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.....	50
<b>Figura 20.</b> Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jacknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.....	51
<b>Figura 21.</b> Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Rarefação, que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.....	52
<b>Figura 22.</b> Mapa da diversidade Beta para as espécies de Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.....	53
<b>Figura 23.</b> Mapa da diversidade Beta para as espécies da Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.....	54
<b>Apêndice-B.</b> Sobreposição do mapa de riqueza observada em quadrículas de 0,5 x 0,5 grau e das áreas prioritárias de conservação definidas por Scaramuzza et al. (2005).....	III

# Sumário

**Agradecimentos**

**Lista de Figuras**

**Lista de Tabelas**

**Resumo**

**Abstract**

<b>1. Introdução</b>	13
1.1. Bases da biologia da conservação	13
1.2. O Cerrado e o desafio para sua conservação	15
1.3. Família Rubiaceae	20
1.4. Fatores ambientais determinando a distribuição da biodiversidade	21
<b>2. Objetivos</b>	22
<b>3. Metodologia</b>	23
3.1. Banco de dados	23
3.2. Análise estatística	25
<b>4. Resultados</b>	26
4.1. Resultados para quadrículas de 1° x 1°	26
4.2. Resultados para quadrículas de 0,5° x 0,5°	42
<b>5. Discussão</b>	58
<b>6. Conclusão</b>	63
<b>7. Referências Bibliográficas</b>	67
<b>Apêndice A</b> - Lista de espécies analisadas nas regiões do Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins.	I
<b>Apêndice B</b> - Sobreposição do mapa de riqueza observada em quadrículas de 0,5 x 0,5 grau e das áreas prioritárias de conservação definidas por Scaramuzza et al. (2005).	III



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°.....	40
<b>Tabela 2.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°.....	40
<b>Tabela 3.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jacknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°.....	40
<b>Tabela 4.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°.....	40
<b>Tabela 5.</b> Análise de Colinearidade entre variáveis ambientais em função da riqueza em quadrículas de 1° x 1°.....	40
<b>Tabela 6.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraído-se o efeito da temperatura.....	41
<b>Tabela 7.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraído-se o efeito da temperatura.....	41
<b>Tabela 8.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jacknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraído-se o efeito da temperatura.....	41
<b>Tabela 9.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraído-se o efeito da temperatura.....	41
<b>Tabela 10.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraído-se o efeito da altitude.....	41
<b>Tabela 11.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°.....	56
<b>Tabela 12.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°.....	56
<b>Tabela 13.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jacknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°.....	56
<b>Tabela 14.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°.....	56

<b>Tabela 15.</b> Análise de Colinearidade entre variáveis ambientais em função da riqueza em quadrículas de 0,5° x 0,5°.....	56
<b>Tabela 16.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraíndo-se o efeito da temperatura.....	57
<b>Tabela 17.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1)e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraíndo-se o efeito da temperatura.....	57
<b>Tabela 18.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jacknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraíndo-se o efeito da temperatura.....	57
<b>Tabela 19.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraíndo-se o efeito da temperatura.....	57
<b>Tabela 20.</b> Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraíndo-se o efeito da altitude.....	57

## Resumo

A falta de informações referentes à biodiversidade e a ecologia nos Estados de Goiás e Tocantins e no Distrito Federal, principalmente no que diz respeito aos grupos de plantas, têm prejudicado o conhecimento geral da complexidade do Bioma Cerrado, de suas áreas limítrofes e das respectivas zonas transicionais. Até hoje, as áreas prioritárias de conservação adotadas, foram baseadas principalmente em análises da diversidade de animais terrestres e de aves. É de máxima importância integrar a estes estudos, uma análise da diversidade vegetal, com o objetivo de se obter uma visão mais coesa do meio ambiente, criando assim, programas de preservação baseados em dados de vários grupos de seres vivos. O estudo aqui proposto tem como enfoque a família Rubiaceae, a qual é uma das mais representativas famílias de plantas do Bioma Cerrado. Nesse trabalho buscou-se reconhecer as áreas de maior biodiversidade de Rubiaceae, além de testar a hipótese de que variáveis ambientais determinam a riqueza de espécies desta família, nos Estados de Goiás, Tocantins e no Distrito Federal, utilizando regressões lineares múltiplas entre a riqueza e as variáveis ambientais. Para o presente estudo, foi constituído um banco de dados com 5.549 coletas, representadas por 51 gêneros e cerca de 200 espécies presentes na área de estudo. Foram levantados possíveis problemas de escalas, considerando a distribuição das espécies em quadrículas de  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  e  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ , e de esforço amostral, através da comparação dos resultados das análises de riqueza com os resultados das análises dos estimadores de riqueza (Chao1, Jackknife1 e Rarefação). Os resultados obtidos neste trabalho permitem a indicação de locais potenciais para a criação de futuras áreas de preservação ambiental. Destacando-se regiões dos Municípios de Alexânia, Itapirapuã, Luziânia, Jataí, Serranópolis, Iporá, Ivolândia, Formosa, Colinas do Sul, Mara Rosa, Laciara, Serra dos Caiapós e Caçu, no Estado de Goiás, bem como as regiões dos Municípios de Lageado, Juarina, Sandolândia, Itapiratins, Guaraí, Juarina, Araguaína, Araguatins e São Bento do

Tocantins, no Estado do Tocantins. Apesar de não possuírem as maiores riquezas de espécies, são regiões com alta diversidade, mas que não possuem importantes reservas ambientais. As análises demonstraram, também, que a altitude é o fator ambiental que mais influencia na riqueza de espécies de Rubiaceae, na região de estudo.

**Palavras-Chave:** Cerrado, Goiás, Tocantins, Distrito Federal, Rubiaceae, distribuição, conservação, biodiversidade, altitude.

## **Abstract**

The missing information about the biodiversity and ecology of the states of Goiás and Tocantins and the Distrito Federal (Brazil), and mostly about plant groups, limits the general knowledge on the complexity of the Cerrado Biome, its contiguous areas and respective transitional zones. Up to today, the priority conservation areas were based mostly on diversity analyses of terrestrial animals and birds. It is of utmost importance to integrate an analysis of the plant diversity with these studies, with the objective of obtaining an integrated view of the environment, and therefore establish conservation programs based on data from several groups of living organisms. The project here proposed focuses on the Rubiaceae, which is one of the most representative plant families in the Cerrado Biome. This work has the main objectives to recognize the areas with higher Rubiaceae biodiversity and test the hypothesis that environmental variables determine the species richness of this family in the states of Goiás and Tocantins and the Distrito Federal, using a multiple linear regression among richness and environmental variables. A database with 5.549 collections was constructed with data from 51 genera and about 200 species present in the study area. Possible scale problems were taken into account, by considering the species distribution in square units of  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  and of  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ , as well as eventual problems with sampling efforts, by comparing the results of several richness analyses (Chao1, Jackknife1 and Rarefaction). The results obtained permit to indicate localities for establishment of future conservation areas comprised in the municipalities of Alexânia, Itapirapuã, Luziânia, Jataí, Serranópolis, Iporá, Ivólândia, Formosa, Colinas do Sul, Mara Rosa, Laciara, Serra dos Caiapós e Caçu, in the state of Goiás, and in the municipalities of Lageado, Juarina, Sandolândia, Itapiratins, Guaraí, Juarina, Araguaína, Araguatins and São Bento do Tocantins, in the state of Tocantins.; although these areas do not display the highest species richness found in the study, they display high diversity and do not have any important environmental reserves. The

analyses also showed that altitude is the environmental factor that most influences Rubiaceae species richness in the study area.

**Key Words:** Cerrado, Goiás, Tocantins, Distrito Federal, Rubiaceae, distribution, conservation, biodiversity, altitude.

# 1. Introdução

## 1.1. *Biologia da Conservação*

O termo biodiversidade, difundido pelo ecólogo Edward O. Wilson, pode ser entendido por vários pontos de vista e interesses sociais, econômicos e profissionais. Isso pode ser observado caso haja uma análise das definições propostas por diversas áreas, como ecólogos de comunidade, taxonomistas e conservacionistas (Araújo, 1998). Porém, o fundamental é ter em foco como e em que escala a biodiversidade é importante, fazendo com que a mesma se torne um instrumento favorável a sustentabilidade dos ecossistemas no planeta.

Uma forte justificativa para se tentar preservar espécies está no fato de que nunca houve tanta extinção de organismos na história do ser humano. A taxa de perda de espécies está, pela primeira vez, mais alta que a taxa de especiação. Isso porque o ser humano tornou-se um agente mediador do processo, promovendo mudanças drásticas no equilíbrio ecológico e vencendo o tempo evolutivo que é necessário para que apareçam os resultados das mutações e recombinações genéticas (Primack & Rodrigues 2001). Segundo Brooks et al. (2002) muitas espécies do Cerrado já foram extintas e muitas estão em processo de extinção, com suas populações em tamanho ínfimo. Outro ponto importante é que a conservação proporciona uma grande estabilidade, funcionalidade e alta taxa de produtividade nos ecossistemas (Loreau, 2000).

Existem grandes restrições quando se trabalha no plano da conservação, principalmente no que concerne a conflitos entre interesses do desenvolvimento humano e de liberação de recursos específicos para a criação de áreas de reserva, além da falta de dados que possibilitem a criação de modelos viáveis à proposta de conservação (Margules & Pressey, 2000). Essas restrições podem ser sanadas, desde que sejam priorizados programas que enfatizem o reconhecimento da riqueza de uma área,

permitindo a construção de um paralelo viável entre desenvolvimento humano e preservação.

Segundo Araújo (1998) existem dois tipos de processos de avaliação de áreas para conservação: um exclusivo, onde o objetivo é “assegurar a persistência de atributos-objetivos (espécies, comunidades, paisagens, etc.) no espaço geográfico de referência”. Essa proposta é conseguida através da “representatividade, viabilidade e vulnerabilidade”. O outro tipo é a avaliação inclusiva que objetiva “uma medida escalonada, de valor, comparável, por forma a auxiliar processos de decisão em matéria de ambiente e ordenamento do território”. Essas duas propostas são a base para se iniciar a aplicação de um projeto de conservação que vise a sustentabilidade e a preservação do Bioma Cerrado.

A persistência das espécies está diretamente relacionada à sua área de ocorrência. Isso porque dificilmente um fator adverso afeta todas as áreas de ocorrência de uma espécie ao mesmo tempo, garantindo um menor risco de extinção (Gaston 2003; Fisher & Owens 2004).

A perda de espécies pode causar a extinção de comunidades inteiras, já que muitos indivíduos se encontram fortemente relacionados ou são até dependentes, como acontece com organismos mutualísticos e na relação presa-predador específica, por exemplo. Em termos de conhecimento da taxa de extinção, temos o problema de ter estudos científicos enfocados principalmente em aves e mamíferos, para o restante dos grupos temos somente estimativas.

Há então uma grande necessidade em se estudar espécies fora da relação aves-mamíferos, já que existem outros grupos de organismos de extrema importância para a manutenção do ecossistema, cuja taxa de extinção é extremamente acentuada e a quantidade de informações é muito escassa.



A proposta conservacionista está intimamente relacionada a teoria de nicho. Pois é muita ingenuidade achar que quando se estuda um grupo taxonômico, este simplesmente se restringe somente as suas interações intra e interespecíficas - nicho bionômico - ou então somente as suas interações com fatores ambientais (i.e. altitude, temperatura, etc) – nicho scenopoético. O estudo do nicho, em sua total plenitude, é de suma importância para o entendimento da ocorrência de uma espécie ou de um grupo de organismos, embora muitas vezes seja complexo de se realizar. Para se ter idéia da dificuldade desse tipo de estudo, o início da empreitada já é um desafio, pois a definição de nicho é uma questão extremamente problemática (Soberón, 2007).

O diferencial quando se trata de biologia da conservação é trabalhar com modelos e métodos consistentes que propiciem uma representação muito próxima do real, pois levam em consideração fatores que estão direta e indiretamente relacionados ao problema em questão. Em função disto, a proposta principal deste trabalho, é a formulação e a aplicação de um estudo que possibilite a compreensão dos fatores que mais influenciam na distribuição e conseqüentemente na preservação das Rubiáceas no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins.

## *1.2. O Cerrado e os desafios para sua conservação*

A região foco de estudo deste trabalho localiza-se nos Estados de Goiás, Tocantins e no Distrito Federal (Fig. 1), estando inserida no Bioma Cerrado. Algumas características deste bioma possuem grande relevância e merecem destaque, como sua área total de aproximadamente 200.000.000 ha, à sua biodiversidade que, considerando o Brasil, fica aquém somente da Amazônia e em alguns aspectos da Floresta Atlântica (Ratter *et al.*, 1997).

De acordo com características vegetais, de solo e de microclima (Ribeiro & Walter, 1998), podemos dividir o Cerrado em algumas fitofisionomias, como:

- *Mata Ciliar*, acompanha os rios de médio e grande porte, e que não forma galerias. A mata não ultrapassa 100m de largura.
- *Mata de Galeria*, acompanha os rios de pequeno porte e córregos, formando corredores fechados sobre o curso de água.
- *Mata Seca*, caracterizada por vários níveis de caducifolia e que não possui associação com cursos de água, ocorrendo nos interflúvios de solos ricos em nutrientes.
- *Cerradão*, apresenta aspectos xeromórficos, sendo designada como uma “mata rala”. Possui características intermediárias entre uma floresta e um Cerrado sentido restrito.
- *Cerrado Sentido Restrito*, presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidência de queimadas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies possuindo xilopódios.
- *Parque de Cerrado*, possui árvores agrupadas em pequenas elevações dos terrenos, algumas vezes imperceptíveis.
- *Palmeiral*, caracterizada pela presença de uma única espécie de palmeira arbórea, em geral ocorrendo em terrenos bem drenados.
- *Veredas*, ocorrência da espécie de palmeira *Mauritia flexuosa*, em meio a agrupamentos relativamente densos de espécies arbustivo-herbáceas.
- *Campo Sujo*, cobertura vegetal exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e subarbustos distribuídos de forma esparsa.
- *Campo Rupestre*, predomina espécies herbáceo-arbustiva, eventualmente com árvores pouco desenvolvidas, de até dois metros de altura. Ocorre em trechos de afloramentos rochosos, de altitudes superiores a 900 m, com ventos constantes e de dias quentes e noites frias.
- *Campo Limpo*, predominância de extrato herbáceo, com raros arbustos e ausência completa de árvores.

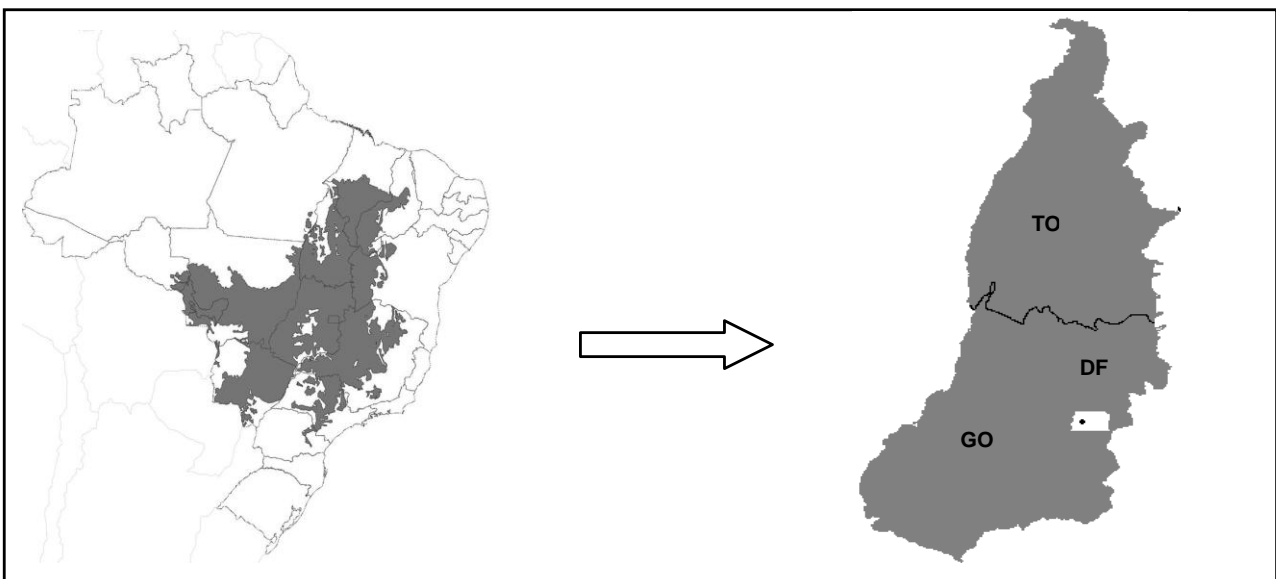
O Bioma Cerrado pode, ainda, ser dividido em grandes áreas com padrões de distribuição florística típicas, como os propostos por Ratter et al. (1997): “no sul (São Paulo e sul de Minas Gerais), sudeste (maioria de Minas Gerais), central (Distrito Federal, Goiás parte de Minas Gerais), centro-oeste (maioria de Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul) no norte (principalmente Maranhão, Tocantins e Pará)”.

O aspecto vegetacional do Cerrado, em um contexto mais amplo, é caracterizado por árvores e por grandes arbustos cuja altura varia entre 2 e 8 metros, os quais apresentam uma morfologia contorcida, com suas cascas extremamente grossas devido ao aspecto escleromórfico. Existe também uma grande cobertura de gramíneas, com altura por volta de 60 cm. As plantas desse bioma encontram representadas principalmente pelas famílias Leguminosae, Compositae, Myrtaceae e Rubiaceae (Ratter et al., 1997).

O início da colonização do Cerrado acarretou forte impacto sobre o ambiente, como por exemplo, a fragmentação de paisagens a qual gera perda da biodiversidade, dentre vários outros problemas. Além disso, a partir do plano de transferência da Capital Federal para a região central do país, houve grande aumento populacional (cerca de 70% em 10 anos) e forte expansão agropecuária. Até o Censo do IBGE de 2000, existiam na região do planalto central aproximadamente 18.000.000 de habitantes. (Ratter *et al.*, 1997; Klink & Moreira, 2002).

Desde o século passado, a região do Cerrado vem sofrendo um acelerado desenvolvimento socioeconômico, sendo uma das mais extensas fronteiras de expansão agrícola e pecuária do Brasil. (Ratter *et al.*, 1997; Klink & Moreira, 2002). Segundo Veiga Filho (2004), esse processo de expansão agrícola e pecuária, o qual auxiliou no aumento da exportação nacional, promoveu a transformação de 35% das áreas naturais do Cerrado em pastagens manipuladas com capim africano e em áreas de plantio de grãos, como soja, milho, etc.

É interessante salientar que existe no Cerrado uma vegetação com forte influência amazônica. Isso significa dizer que existe um gradiente típico vegetacional do Cerrado para Florestas Estacionais e Florestas Ombrófilas Densas (Representativas da Vegetação Amazônica), encontradas desde o centro até o norte do Estado de Tocantins. Mais especificamente tendo início nos remanescentes florestais da região de Palmas e da Ilha do Bananal, e chegando até a região do Bico do Papagaio. A região centro-norte do Tocantins foi até hoje pouco explorada e até hoje são pouquíssimos os estudos botânicos dedicados a esta região. Além disso, o extremo norte de Tocantins foi submetido a profundos desmatamentos devido a exploração florestal e a extração do mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla* King.) entre o final de 1800 e o início de 1900. (Grogan et al., 2002). Deve-se destacar, também, que o sudeste de Goiás sofre influência de outro Bioma, o da Floresta Atlântica. E ao contrário do que ocorre no Norte do Tocantins, com a Amazônia, o que temos é uma zona de tensão (ecótono) e não a vegetação em si. O Estado do Tocantins, além do Bioma Cerrado, possui cerca de 9% de seu território ocupado pelo Bioma Amazônia, o Distrito Federal possui 100% de seu território ocupado pelo Bioma Cerrado e Goiás possui 97% de seu território ocupado por Cerrado (IBGE-mapas de biomas e vegetação, 2003).



**Figura 1.** Mapa do Brasil mostrando em cinza as regiões cobertas pelo Bioma Cerrado e em destaque a área foco de estudo (DF – Distrito Federal; GO – Goiás; TO – Tocantins).

O Cerrado, durante muito tempo, foi considerado como um Bioma de baixa prioridade para conservação; essa sentença foi atribuída principalmente devido as suas características vegetais. Somente a partir dos anos 80, com “esforço de pesquisa” mostrou-se que havia grande biodiversidade nesse bioma (Primack & Rodrigues 2001). Atualmente a determinação de áreas de conservação no mundo, tem uma linha de seguimento central, os chamados “hotspots”, que são áreas prioritárias de conservação, onde as mesmas são definidas por critérios como o endemismo de espécies e o grau de ameaça. Sua análise levou em consideração dados de muitas espécies, inclusive de plantas. O Cerrado brasileiro foi classificado como uma das 34 áreas mundiais prioritárias de conservação, listado como o sexto “biodiversity hotspot” (“ponto quente de biodiversidade”) mundial, e o segundo no Brasil (após a Floresta Atlântica) com uma superfície original de 2.031.990 km<sup>2</sup>. Neste Bioma somente 1,4% de área protegida - áreas que se enquadram nos critérios da IUCN (Myers et al., 2000; Mittermeier et al., 1999; Mittermeier et al., 2005). Esse estudo mostra a importância de se desenvolver políticas de conservação da vegetação do Cerrado, já que outro critério de determinação de “hotspots” é justamente a perda de 70% ou mais da área primária de cobertura vegetal, principalmente endêmica (Myers et al., 2000), o que em última análise serve de alerta para a conservação de espécies que não se encontram em nenhum outro local do planeta.

Registros como esse se deve principalmente à falta de conhecimento a respeito do Cerrado. A partir desse enfoque, deve existir uma grande corrente em prol de estudos que proporcionem o conhecimento desse bioma tão rico e tão peculiar, mas também tão pouco conhecido e compreendido que vem sendo fortemente degradado. Esse contexto gera uma necessidade de se investir em preservação de uma forma orientada, minimizando custos e maximizando benefícios.

### 1.3. Família Rubiaceae

Os representantes desta família são caracterizados por apresentarem folhas opostas ou raramente verticiladas, simples e com margem inteira, estípulas comumente interpeciolares persistentes ou caducas, inflorescências de vários tipos (cimosas, paniculadas, tirsoides, etc.) ou reduzidas a uma flor solitária. As flores são predominantemente actinomorfas, hermafroditas, frequentemente heteromorfas, (3)4–7(11(15))-meras, com ovário ínfero (raríssimo semi-súpero) e com corola gamopétala. Os frutos desta família podem ser capsulares, baccáceos, drupáceos ou esquizocárpicos e com pericarpo carnoso ou lenhoso (Delprete, 2004).

A família Rubiaceae, é um exemplo de um grupo importante de organismos, que são pouco estudados, os vegetais. Esse grupo possui um alto potencial para contribuir a várias elucidções no que concerne ao meio ambiente nos Estados de Goiás, Tocantins e no Distrito Federal, devido a: 1) sua ampla distribuição, em termo de grande representação geográfica, 2) variação de hábito, sendo encontrada em forma de ervas anuais, perenes, arbustos, árvores e lianas, 3) forte representação em todos os tipos de vegetação (campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto*, cerradão, campo rupestre, vereda, floresta de encosta, floresta de galeria, floresta umbrófila densa com elementos amazônicos, áreas de depositos fluviais de areia branca [Região do Jalapão, TO]), 4) diversidade em termos taxonômicos, sendo representada no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins por 51 gêneros e cerca de 203 espécies (Delprete, no prelo), e 5) a grande importância econômica que a família apresenta, como frutas comestíveis de grande potencial e plantas medicinais (Delprete 2004; Delprete et al. 2004, 2005).

As Rubiáceas apresentam-se como uma das mais representativas famílias do Bioma Cerrado e da área de transição deste com o Bioma Amazônia. Mendonça et al. (1998), apresentaram uma listagem de 6062 espécies de fanerógamas para o Bioma

Cerrado. Neste estudo, a família Rubiaceae foi classificada como a quinta em número de espécies (250 no total), depois das Leguminosae (777 espécies), Compositae (557 espécies), Orchidaceae (491 espécies) e Gramineae (371 espécies). Porém segundo Delprete (com. Press.) a família Rubiaceae é representada por mais de 450 espécies no Bioma Cerrado. Neste bioma, as Rubiaceae possuem todos os tipos de hábito, desde ervas anuais, perenes, arbustos, até árvores e lianas, enquanto as outras famílias são encontradas quase unicamente como ervas e subarbustos, com exceção das Leguminosae. O problema principal com as Leguminosae é que ainda não foram bem estudadas neste bioma e muitas amostras ainda estão sem identificação, devido à falta de sistemas ativamente dedicados a esta família no Cerrado.

O que faz da família Rubiaceae um excelente modelo para o estudo de vegetação e para a escolha de áreas prioritárias de conservação, é que esta se faz presente em praticamente todos os tipos de vegetação do Bioma Cerrado e em suas áreas de transição com o Bioma Amazônia e a Floresta Atlântica. Além de apresentar espécies típicas, indicadoras de habitat e de áreas de endemismo (e.g., solos areníticos, quartzíticos, ricos em substância orgânica, etc.). Há de se destacar, também, a existência de muitas espécies de alto potencial econômico e medicinal (genipapo, douradinha, erva-de-rato, etc.).

#### 1.4. *Fatores Ambientais determinando a distribuição da biodiversidade*

Os fatores climáticos, topográficos e geológicos do Cerrado, são de fundamental importância para que se compreenda muitas das características bióticas desse bioma, já que este apresenta muitas peculiaridades e uma grande diversidade de ambientes. Neste encontramos uma precipitação média anual variando entre 800 e 2000 mm, destacando a existência de um período de escassez chuvosa de abril a setembro e um período chuvoso de outubro a março. As temperaturas médias anuais variam de 18 a

28 °C. O solo é ácido, apresentando-se na maioria dos casos como oxisolos possuindo uma elevada quantidade de alumínio, o que o torna tóxico para muitas plantas (Ratter et al. 1997; Silva et al. 2006).

A altitude, a temperatura, a precipitação, e a declividade são fatores extremamente importantes na determinação da distribuição de plantas (Gentry, 1988; Körner, 2007). Tanto fatores topográficos quanto climáticos têm grande influência na distribuição de comunidades vegetais, inclusive muitas vezes é possível relacionar a ocorrência de uma determinada família a um padrão de variação destes fatores, separadamente ou em conjunto (Harms et al., 2001; Surangi et al., 2008).

Segundo Gentry (1988) as Rubiáceas são consideradas como uma das famílias que mais contribuem para a riqueza de comunidades a médias e a elevadas altitudes (>2000 m), nas regiões Neotropicais. Além de se relacionarem fortemente com fatores como temperatura, precipitação e declividade. Por isso o enfoque do trabalho nessas quatro variáveis.

## **2. Objetivos**

Nesse trabalho buscou-se reconhecer as áreas de maior biodiversidade de Rubiaceae nos Estados de Goiás, Tocantins e no Distrito Federal, a partir do mapeamento da distribuição da diversidade alfa e beta nestas regiões. O objetivo central deste trabalho foi testar a hipótese de que os fatores ambientais (altitude, precipitação, temperatura e declividade) determinam a riqueza em espécies de Rubiaceae dentro da região de estudo.



### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1 Banco de Dados

Realizou-se o levantamento de dados a partir de amostras de herbário e de coletas, criando assim um banco de dados georeferenciados para os registros individuais de cada espécie. Os espécimes coletados de Rubiaceae foram levantados nos herbários de Brasília (UB, IBGE, CEN), Goiânia (UFG), Porto Nacional (HTO) e Nova York (NY), e a confirmação da identificação foi realizada por Piero Delprete durante o período de 1998 a 2007. Os espécimes possuíam datas de coleta compreendidas entre 1826 – 2005. Os dados que não apresentavam coordenadas geográficas, em suas informações de coleta, receberam o referenciamento geográfico a partir das coordenadas dos municípios aos quais se inserem. Para a definição dos pontos, utilizou-se do Programa *Google Earth* (2006-2007).

O banco de dados foi produzido com as seguintes informações: localidade de coleta, coordenadas, hábito, habitat, estado fenológico, data de coleta, coletores, número de coleta, eventuais usos, nome vulgar e herbários onde estão depositadas.

Os dados ambientais utilizados foram: altitude média, precipitação média anual, inclinação média e temperatura média anual. Esses dados foram obtidos a partir do banco de dados Worldclim (Hijmans et al., 2005) e variam da seguinte maneira: a) quadrículas de 1 x 1° - altitude média de 129 a 1071 m, precipitação média anual de 1184 a 2264 mm, inclinação média de 0 a 329 m e temperatura média anual de 21,37 a 27,30 °C. b) quadrículas de 0,5 x 0,5° - altitude média de 129 a 1140 m, precipitação média anual de 1186 a 2118 mm, inclinação média de 0 a 354 m e temperatura média anual de 20,89 a 27,36 °C.

Para garantir que a distribuição dos pontos limitava-se a área de estudo, plotou-se os mesmos em um mapa contendo a região do Distrito Federal e dos Estados de Goiás e Tocantins.

A partir do banco de dados foram gerados mapas, com quadrículas de 0,5° e 1°, no Programa DIVA GIS 5.4 (Hijmans et al., 2006), contendo as seguintes informações: Riqueza, Abundância, Diversidade  $\beta$ , Chao(1), Rarefação e Jacknife(1). Houve também a formulação de mapas com as mesmas dimensões para as variáveis altitude, precipitação média anual, inclinação e temperatura média anual. Os valores de cada quadrícula para cada uma das variáveis, “analíticas” e “ambientais”, foram extraídos em um arquivo de extensão “txt”. Que posteriormente foi transformado em um arquivo “xls” o qual permite a análise dos dados em programas estatísticos.

A diversidade  $\beta$  (turnover) é a medida do índice pelo qual as assembléias de espécies mudam ao longo do espaço. O cálculo baseia-se na comparação de células vizinhas, quantificando a diferença de diversidade entre elas. Neste trabalho usamos o “Queen’s case” que compara oito quadrículas vizinhas, sendo duas na horizontal, duas na vertical e quatro na diagonal (Hijmans et al., 2006).

O método de Jacknife consiste em recalcular a diversidade (a partir de um índice de diversidade da amostra original) excluindo-se uma área de amostragem por vez. Assim cria-se as chamadas estimativas Jacknife ( $V_{Ji}$ ) e cada uma destas é convertida em um pseudovalor ( $V_{Pi}$ ). A média dos pseudovalores representa a estimativa de diversidade. (Magurran, 2003; Krebs, 1999). Já o método da Rarefação calcula o número esperado de espécies em uma amostra de tamanho padrão (Magurran, 2003; Krebs, 1999). E Chao (1) é um estimador que possui um termo que considera o número absoluto de espécies em uma assembléia, além de outro termo que inclui a influência das espécies raras. A estimativa de riqueza de espécies produzida por Chao1 é uma função da razão de singletons - espécie que apresenta a ocorrência de

um único indivíduo - e doubletons - espécie que apresenta a ocorrência de dois indivíduos (Magurran, 2003).

As classes de intervalos apresentadas nos mapas de distribuição foram determinadas pelo default do programa DIVA GIS 5.4 (Hijmans et al., 2006), o qual estipula um número de seis classes, sendo que as amplitudes são proporcionalmente divididas entre cada uma destas classes – a diversidade beta é uma exceção, apresentando somente cinco classes. Porém, para se obter um maior refinamento visual, foram gerados alguns mapas de distribuição em que se aumentou o número total de classes e amplitudes, determinadas à partir de um exercício no qual se estipulou um número base de dez classes e as amplitudes das classes iniciais e finais foram fixadas de modo a facilitar a visualização de áreas com pequenas e grandes diversidades. As amplitudes das classes intermediárias foram determinadas a partir de modificações que apresentavam aumento de pelos menos cinco quadrículas.

### *3.2 Análises Estatísticas*

Em todos os casos em que foi necessário testar o efeito de variáveis ambientais sobre a Riqueza de espécies, utilizou-se a regressão linear múltipla de acordo com Zar (1999).

Para verificar a existência de multicolinearidade, utilizou-se a análise de VIF (Variance Inflation Factor). Posteriormente foram comparados os resultados com e sem a exclusão da variável que apresentou colinearidade. O VIF, em resumo, são os elementos da diagonal da matriz de correlação inversa das variáveis que são consideradas na análise (Neter et al., 1996).

## 4. Resultados

Foi produzido um banco de dados para as regiões em estudo com um total de 5549 coletas pertencentes a 203 espécies, contidas em 51 gêneros (Apêndice A). Sendo que entre 1826 e 1905 há 27 coletas, entre 1936 e 1959 há 33 coletas, entre 1960 e 2005 há 5456 coletas, já 33 coletas não apresentam registro de data.

O levantamento dos dados de ocorrência de plantas da família Rubiaceae, a partir de amostras de Herbários, possibilitou a confecção de mapas que revelam a abundância (Figs. 2, 3, 13 e 14) e a riqueza (Fig. 4, 5, 15 e 16) de espécies em cada uma das quadrículas de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  e  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$ , que compõem a região do Distrito Federal e dos Estados de Goiás e Tocantins.

### 4.1. Resultados para quadrículas de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$

As figuras 2 e 3 demonstram que existe uma maior abundância de espécies no Distrito Federal e nas áreas de seu entorno. No Estado de Goiás temos uma grande abundância nas regiões dos Municípios de Cristalina, Goiânia, Goiás, Mossâmedes, Mineiros, Alto Paraíso e Niquelândia. E no Estado de Tocantins destacam-se as regiões dos Municípios de Palmas, Pium, Miranorte, Lagoa da Confusão e Colinas do Tocantins.

A riqueza de espécies, segundo as figuras 4 e 5, é maior, assim como a abundância, no Distrito Federal e na área circunstante. Em Goiás, as maiores riquezas encontram-se nas regiões dos Municípios de São João da Aliança, Alexânia, Corumbá de Goiás, Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás, Barro Alto, Mimoso, Padre Bernardo, Santa Rita, Goianésia, Goiânia, Luziânia, Cristalina, Vianópolis, Silvânia, Abadiânia, Nerópolis, Anápolis, Mineiros, Orizona, Piracanjuba, Caldas Novas, Morrinhos, Rio Quente, Mossâmedes, Cidade de Goiás, Itaberaí, Anicuns, São Luiz dos Montes Belos. Já no Estado de Tocantins os maiores valores de riqueza são encontrados nas regiões dos Municípios de Palmas, Lajeado, Barrolândia, Aparecida do Rio Negro, Paraíso, Arraias,

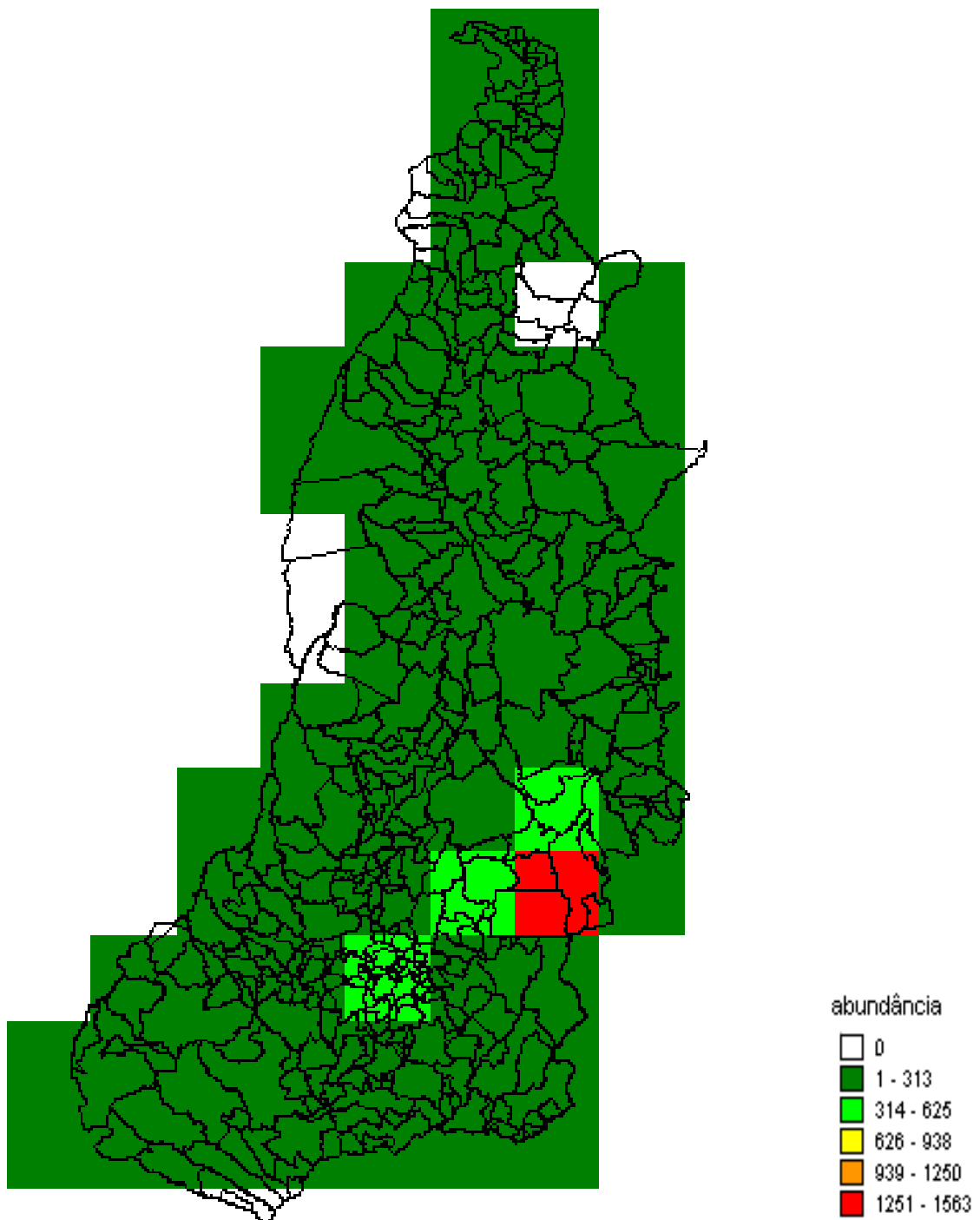
Colinas do Tocantins, Presidente Kennedy, Brasilândia do Tocantins, Itaporã, Colméia, Guaraí e Pedro Afonso.

A distribuição de Chao (1) (figuras 6 e 7) confirma que o Distrito Federal é uma região com alta riqueza, porém a maior riqueza calculada nesta análise encontra-se na região da Ilha do Bananal, no Estado de Tocantins. A maioria das regiões com grande riqueza estimada com Chao (1) nos Estados de Goiás e Tocantins continuam com o mesmo padrão de riqueza calculada anteriormente, ou acentuam este padrão nestas áreas, como por exemplo na região do Bico do Papagaio. Pelo contrário, algumas áreas que anteriormente apresentavam maior riqueza, na análise Chao (1) tem riqueza baixa ou nula, como por exemplo, a região de São João da Aliança.

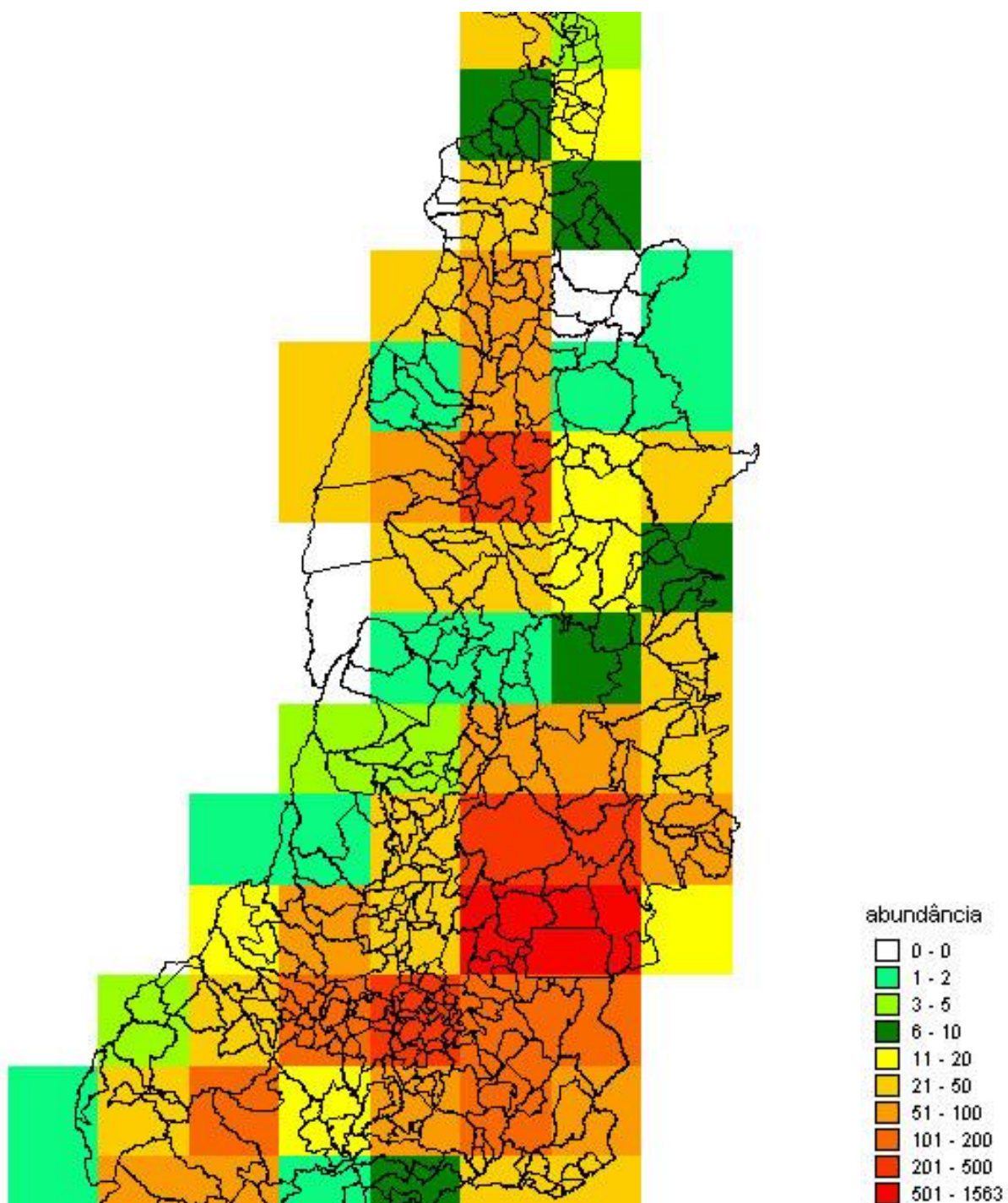
As figuras 8 e 9 demonstram a distribuição de Jacknife (1), a qual, comparada com os outros estimadores de diversidade, modificou-se pouco em relação à distribuição de riqueza. Isso foi confirmado pelo fato que nas regiões do Distrito Federal e entorno, e dos Municípios de Goiânia, Mineiros, Cidade de Goiás, Alto Paraíso e Palmas foram encontradas as maiores quantidades de espécies de rubiáceas.

A análise de rarefação demonstrou um resultado com baixa resolução da riqueza estimada (Figura 10), apresentando somente duas classes de riqueza. Basicamente as quadrículas, que na distribuição dos dados de riqueza observada apresentaram 21 espécies ou mais, nesta análise foram evidenciadas com uma maior riqueza estimada. Aumentando o número de classes e de intervalos, para a distribuição da rarefação, o resultado do mapa não se altera.

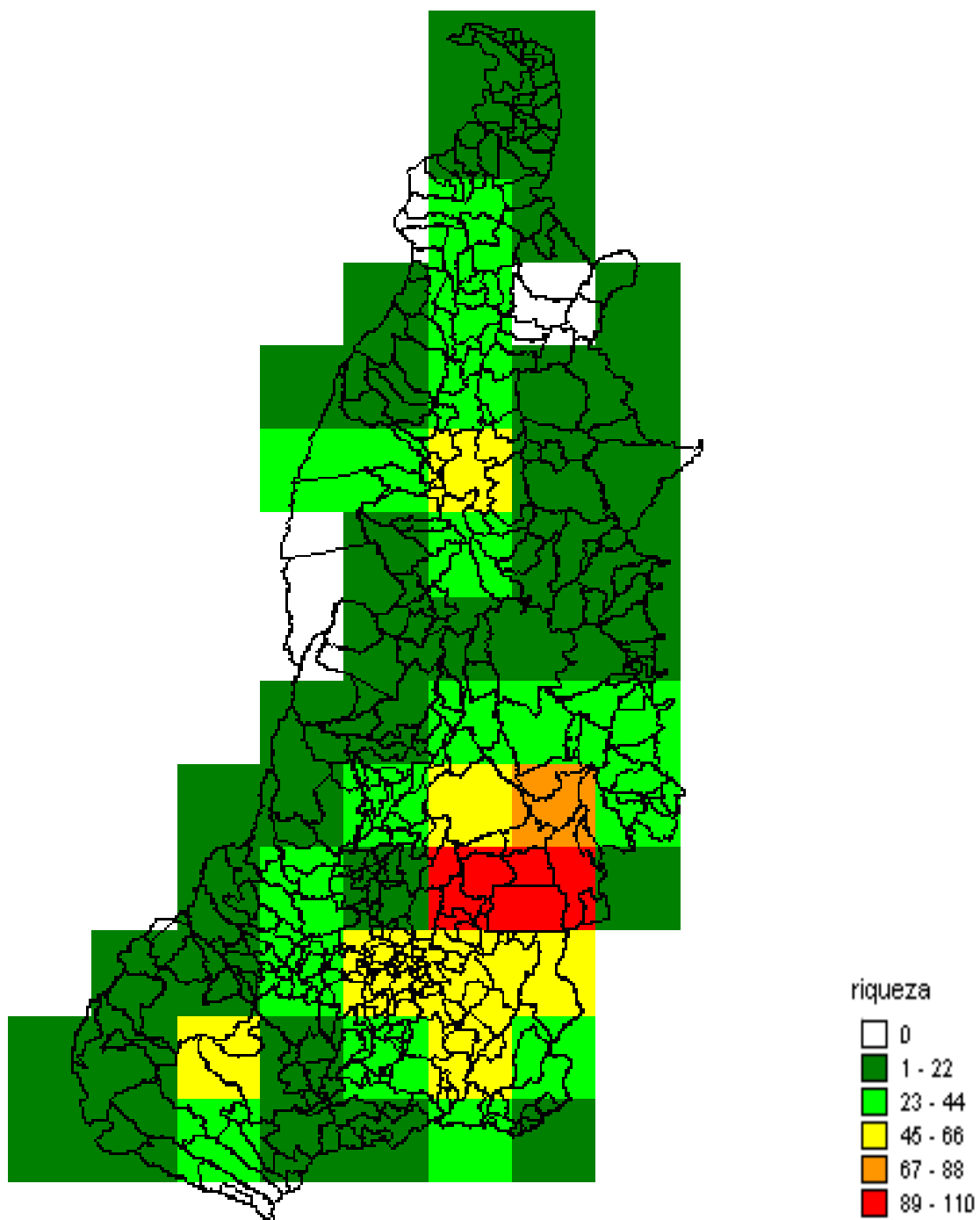
A diversidade beta, representada nas figuras 11 e 12, demonstra uma mudança na riqueza de espécies ao longo do espaço, tendo maior índice na região de Divinópolis de Goiás e diminuindo gradualmente em todas as direções.



**Figura 2.** Mapa de abundância das espécies da família Rubiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de quadrículas de 1° x 1°.

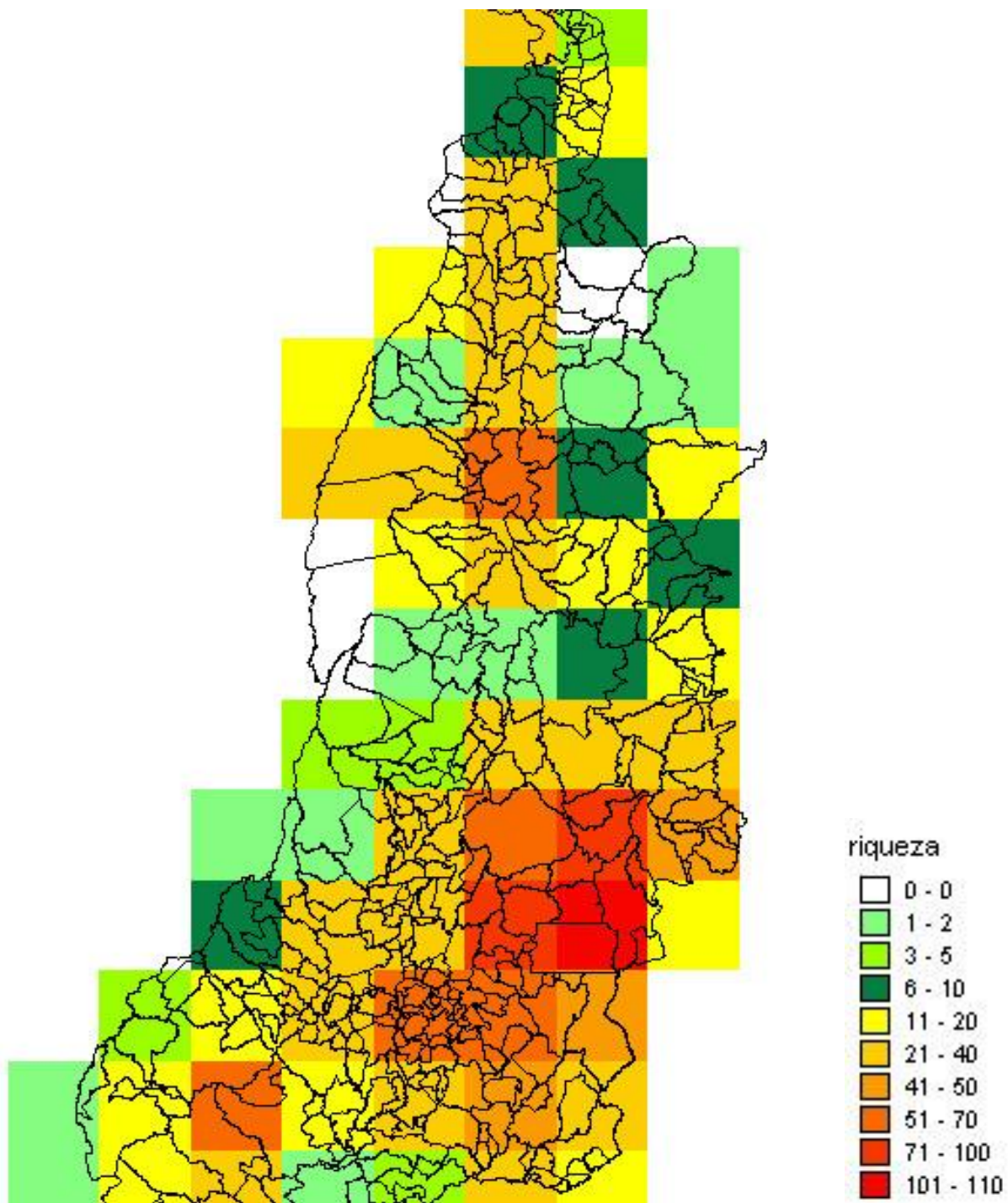


**Figura 3.** Mapa de abundância das espécies da família Ruiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalo, sobre uma malha de quadrículas de 1º x 1º.

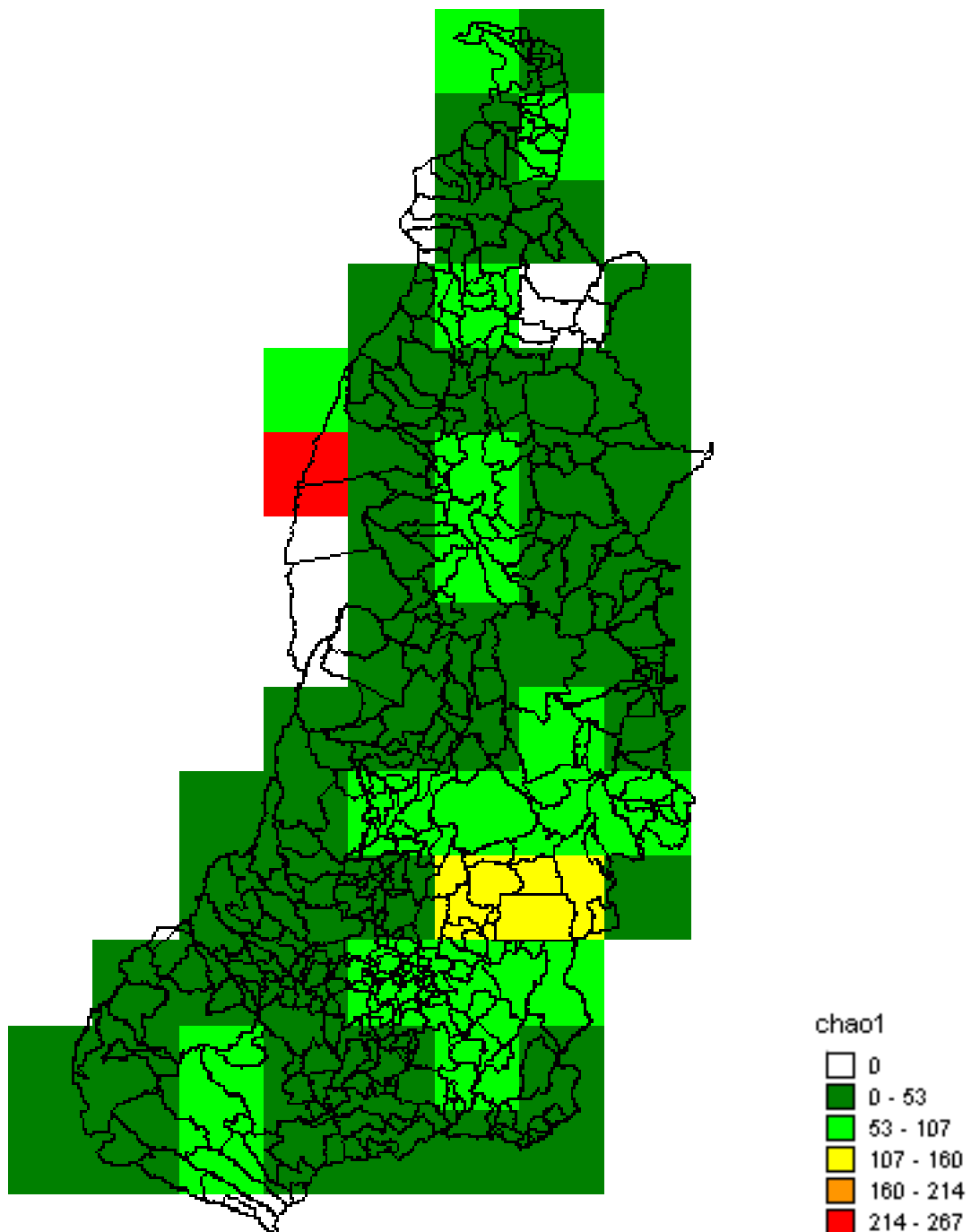


**Figura 4.** Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1°.

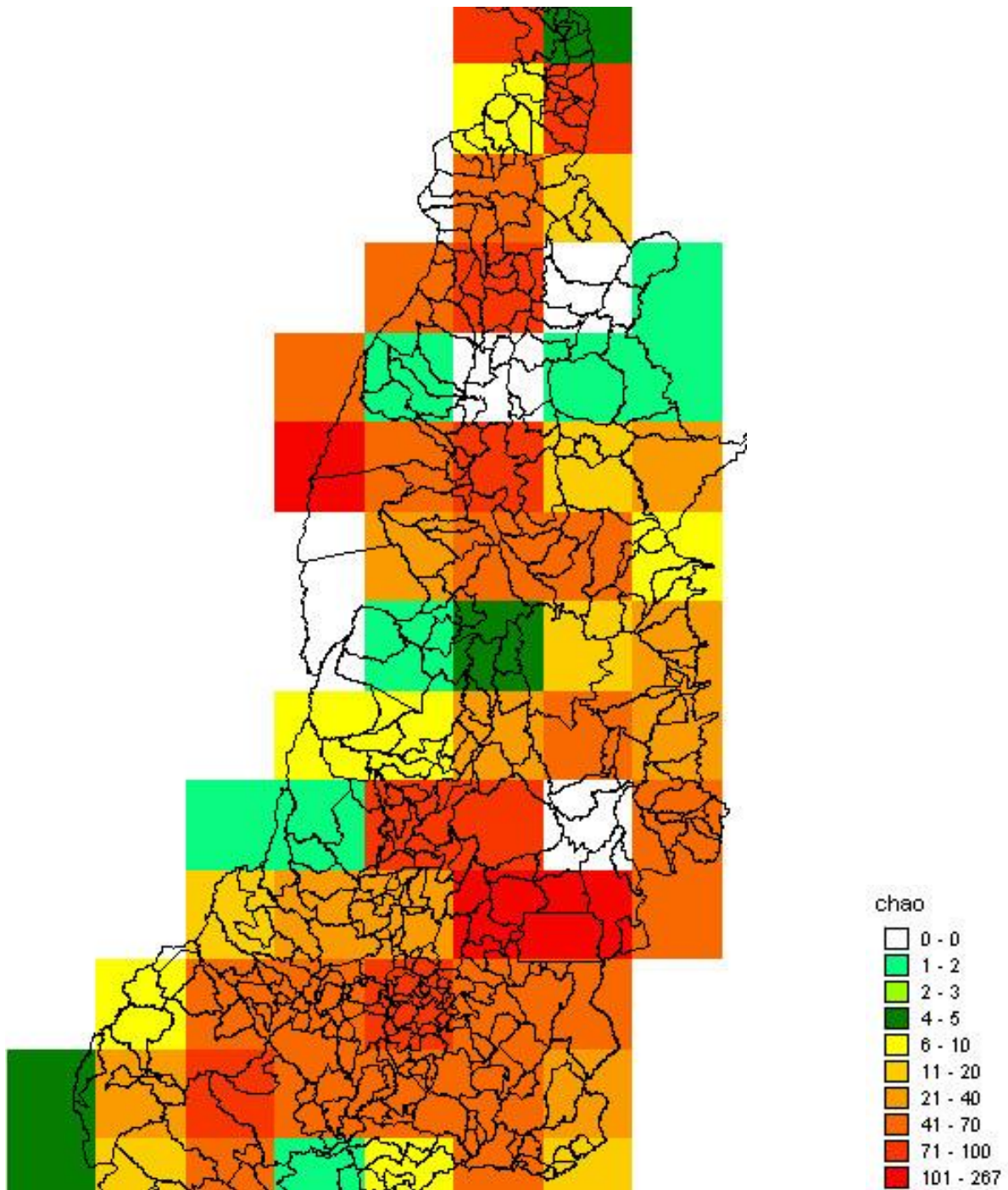




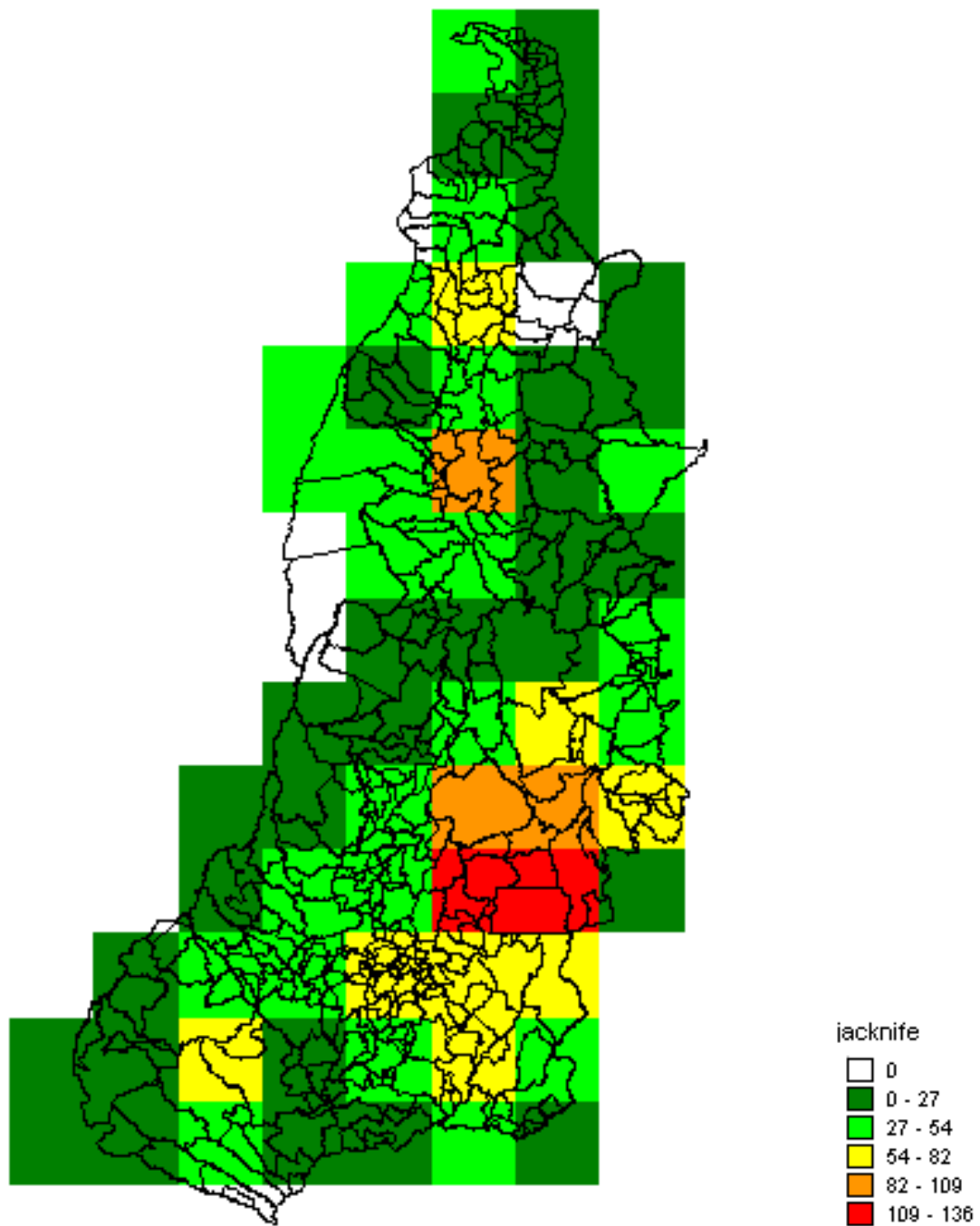
**Figura 5.** Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.



**Figura 6.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1°.

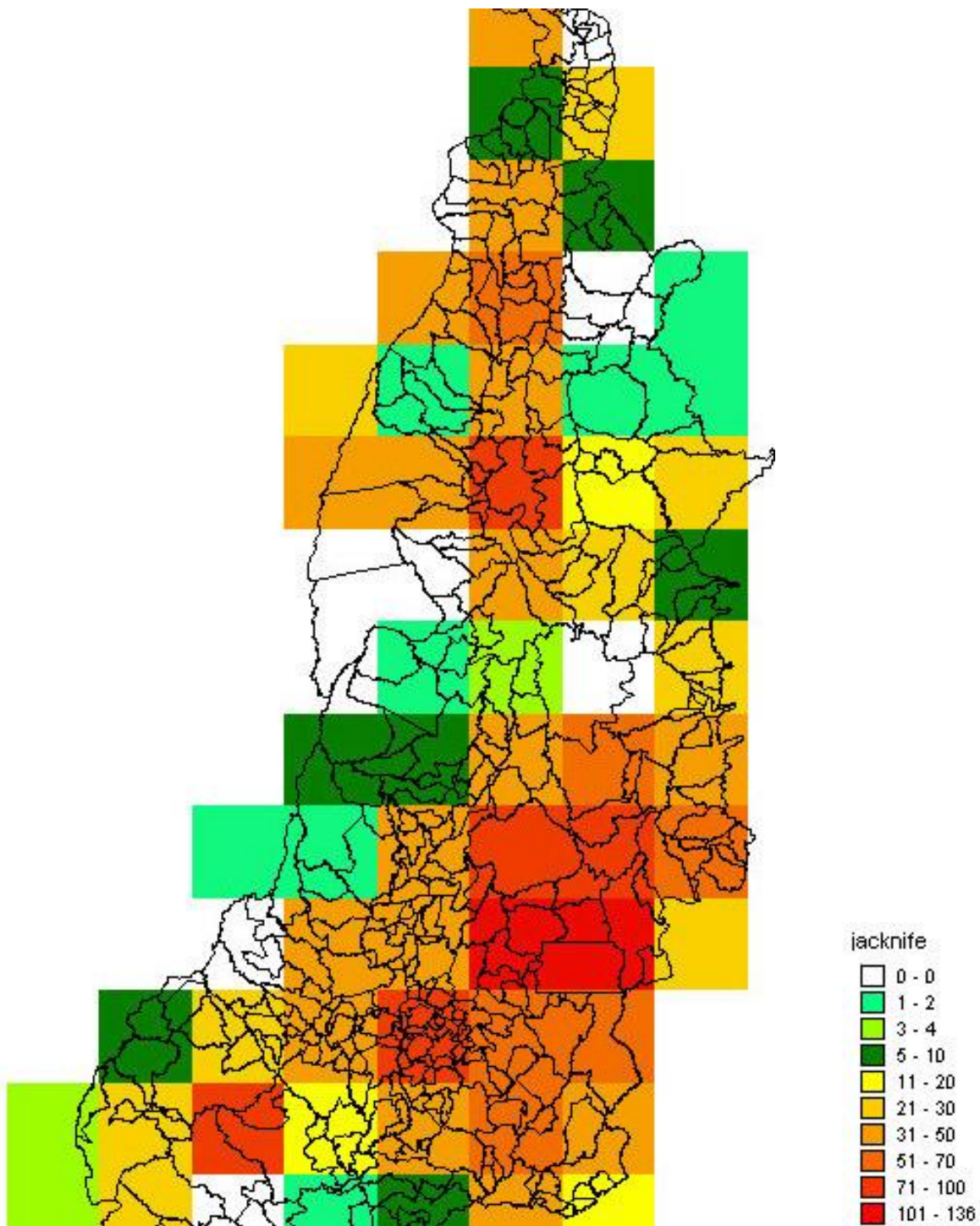


**Figura 7.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.

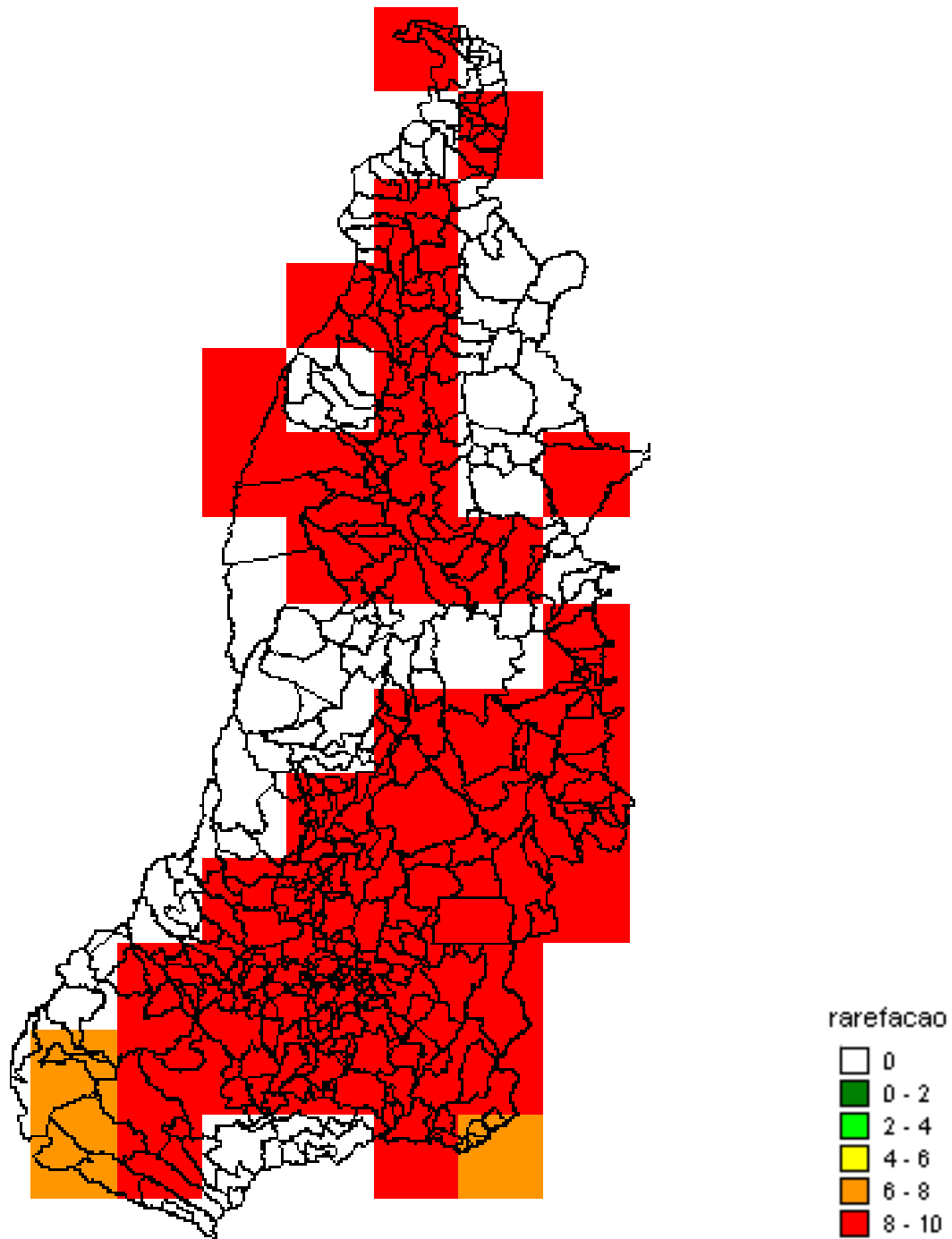


**Figura 8.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jackknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ .

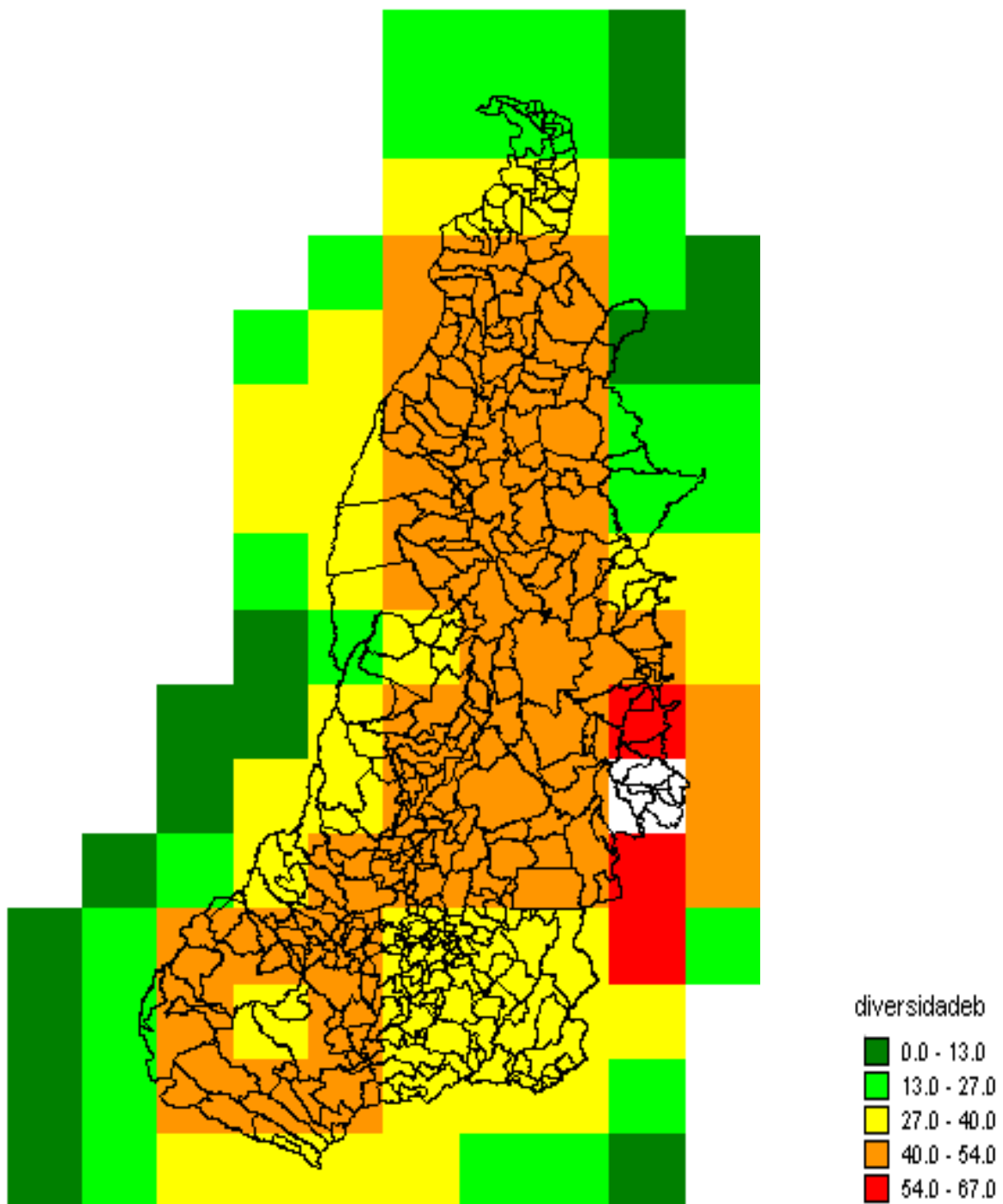




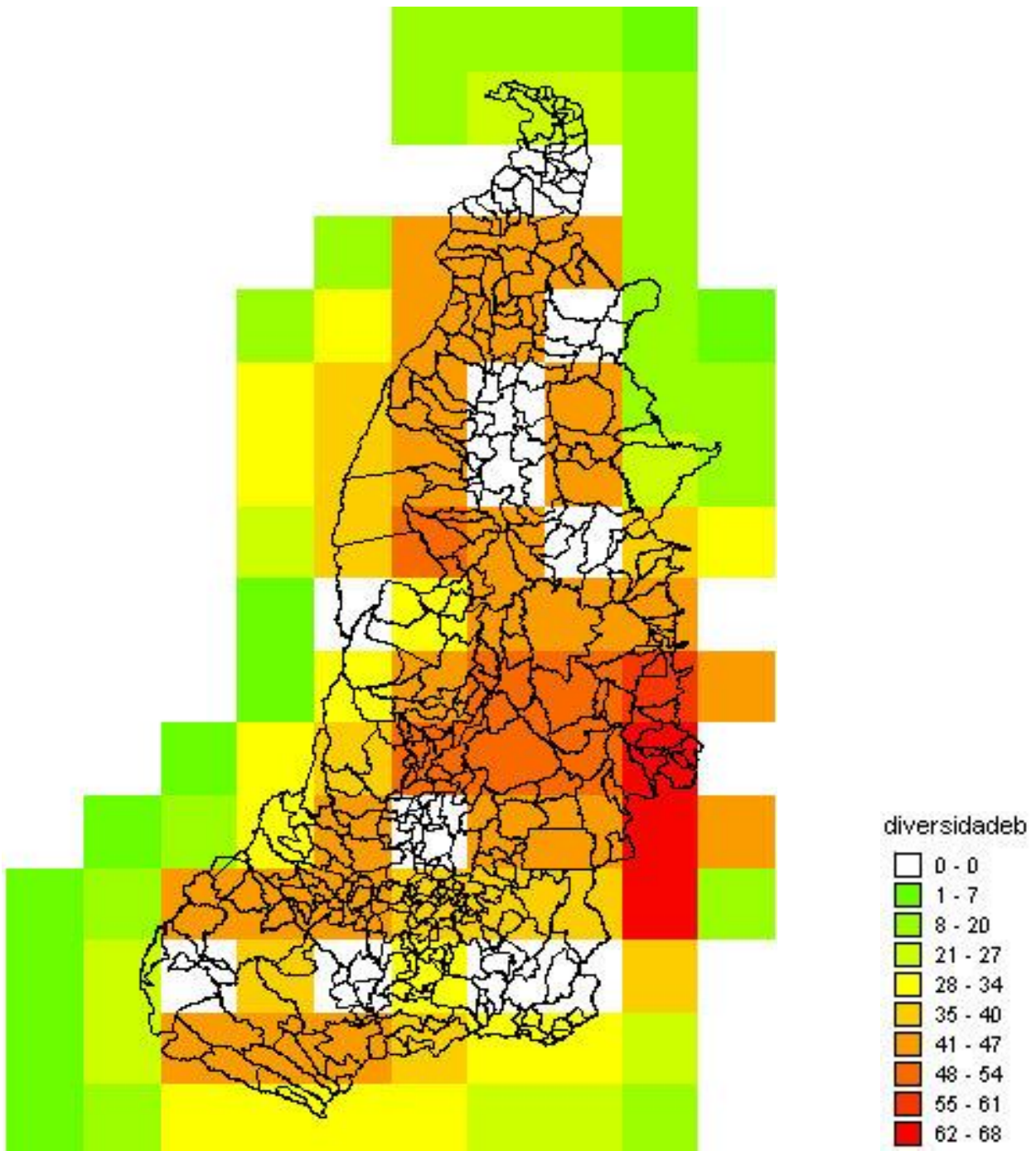
**Figura 9.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jackknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.



**Figura 10.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por rarefação, que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1°.



**Figura 11.** Mapa da diversidade Beta para as espécies de Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 1° x 1°.



**Figura 12.** Mapa da diversidade Beta para as espécies da Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 1° x 1°.



A regressão múltipla, que confrontou a distribuição de riqueza de espécies de rubiáceas, em quadrículas de 1° x 1°, com as variáveis altitude média, temperatura média anual, pluviosidade média anual e inclinação média ('dados ambientais'), demonstrou que somente a altitude apresentava uma variação linear, positiva, em relação aos locais com maior diversidade de rubiáceas. Nesta análise, a altitude foi a única variável significativa. Onde quadrículas com maior riqueza de rubiáceas são regiões com altitudes elevadas e quadrículas com menor riqueza são regiões de baixas altitudes. Esse resultado foi corroborado pelo confronto da distribuição de Jackknife1 (Tabela 3) com os mesmos dados 'ambientais'. Porém para o confronto das distribuições da rarefação (Tabela 4) e de Chao1 (Tabela2) com os dados "ambientais", não houve nenhuma variável que apresentou significância.

Através de uma análise de VIF (Variance Inflation Factor) observou-se uma colinearidade entre as variáveis altitude e temperatura (Tabela 5).

Os resultados obtidos a partir da extração da temperatura permitem verificar que tanto o confronto das variáveis ambientais com a riqueza (Tabela 6), com Chao1 (Tabela 7) e com Jackknife1 (Tabela 8) são significativos para a altitude.

O resultado obtido a partir da extração da variável altitude (tabela 10) demonstra que a temperatura seria o fator que melhor explicaria a distribuição de rubiáceas. Porém esse modelo apresenta um  $R^2$  menor do que o modelo em que a altitude permanece e a temperatura é excluída.

**Tabela 1.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1° ( Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,352; F= 8,028; p< **0,001**).

	SS	Degr. of	MS	F	P
<b>Intercepto</b>	958,53	1	958,527	2,632	0,110
<b>Altitude</b>	3518,00	1	3517,998	9,660	<b>0,002</b>
<b>Inclinação</b>	324,85	1	324,850	0,892	0,348
<b>Precipitação</b>	754,35	1	754,345	2,071	0,155
<b>Temperatura</b>	657,51	1	657,507	1,805	0,184
<b>Erro</b>	21486,45	59	364,177		

**Tabela 2.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1° ( Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,130 ; F= 2,219; p= 0,077).

	SS	Degr. of	MS	F	P
<b>Intercepto</b>	3221,0	1	3221,043	1,877	0,175
<b>Altitude</b>	6141,7	1	6141,708	3,580	0,063
<b>Inclinação</b>	1288,2	1	1288,233	0,751	0,389
<b>Precipitação</b>	6190,7	1	6190,718	3,609	0,062
<b>Temperatura</b>	2116,9	1	2116,920	1,234	0,271
<b>Erro</b>	101194,2	59	1715,156		

**Tabela 3.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jacknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1° ( Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,334; F= 7,416; p< **0,001**).

	SS	Degr. of	MS	F	P
<b>Intercepto</b>	1809,49	1	1809,491	2,923	0,09
<b>Altitude</b>	5887,69	1	5887,692	9,513	<b>0,003</b>
<b>Inclinação</b>	340,64	1	340,639	0,550	0,461
<b>Precipitação</b>	1812,37	1	1812,373	2,928	0,092
<b>Temperatura</b>	1238,94	1	1238,941	2,001	0,162
<b>Erro</b>	36514,30	59	618,887		

**Tabela 4.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1° ( Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,086; F= 0,875; p= 0,487).

	SS	Degr. of	MS	F	P
<b>Intercepto</b>	0,151	1	0,151	0,650	0,424
<b>Altitude</b>	0,198	1	0,198	0,854	0,361
<b>Inclinação</b>	0,045	1	0,045	0,194	0,661
<b>Precipitação</b>	0,029	1	0,029	0,127	0,722
<b>Temperatura</b>	0,461	1	0,461	1,989	0,166
<b>Erro</b>	8,587	37	0,232		

**Tabela 5.** Análise de Colinearidade entre variáveis ambientais em função da riqueza em quadrículas de 1° x 1°.

	Tolernc	VIF	R square	Riq Beta in	Riq Partial	Riq Semi part	Riqueza t	Riq p
Altitude	0,089	11,227	0,910	1,091	0,375	0,325	3,108	0,002
Inclinação	0,853	1,171	0,146	-0,107	-0,122	-0,098	-0,944	0,348
Precipitação	0,804	1,243	0,195	0,168	0,184	0,150	1,439	0,155
Temperatura	0,090	11,099	0,909	0,468	0,172	0,140	1,343	0,184

**Tabela 6.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraindo-se o efeito da temperatura (Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,332; F= 9,969; p< **0,001**).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	1083,37	1	1083,37	2,935	0,091
<b>Altitude</b>	10409,92	1	10409,92	28,206	<b>0,000</b>
<b>Inclinação</b>	192,03	1	192,03	0,520	0,473
<b>Precipitação</b>	1079,04	1	1079,04	2,923	0,092
<b>Erro</b>	22143,96	60	369,07		

**Tabela 7.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraindo-se o efeito da temperatura (Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,112; F= 2,537; p= 0,065).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	4354,8	1	4354,78	2,529	0,117
<b>Altitude</b>	10375,9	1	10375,95	6,026	<b>0,017</b>
<b>Inclinação</b>	810,5	1	810,52	0,470	0,495
<b>Precipitação</b>	7897,9	1	7897,92	4,586	<b>0,036</b>
<b>Erro</b>	103311,1	60	1721,85		

**Tabela 8.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jackknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraindo-se o efeito da temperatura (Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,312; F= 9,069; p< **0,001**).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	2061,91	1	2061,91	3,276	0,075
<b>Altitude</b>	15999,28	1	15999,28	25,427	<b>0,000</b>
<b>Inclinação</b>	159,89	1	159,89	0,254	0,616
<b>Precipitação</b>	2504,95	1	2504,95	3,981	0,050
<b>Erro</b>	37753,25	60	629,22		

**Tabela 9.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraindo-se o efeito da temperatura (Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,037; F= 0,491; p= 0,690).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	22,86148	1	22,861	96,000	0,000
<b>Altitude</b>	0,23774	1	0,237	0,998	0,324
<b>Inclinação</b>	0,09590	1	0,095	0,402	0,529
<b>Precipitação</b>	0,00022	1	0,000	0,000	0,975
<b>Erro</b>	9,04933	38	0,238		

**Tabela 10.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 1° x 1°, extraindo-se o efeito da altitude (Valores gerais da análise: R<sup>2</sup>= 0,246; F= 6,541; p< **0,001**).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercepto</b>	8102,75	1	8102,754	19,443	<b>0,000</b>
<b>Inclinação</b>	2,50	1	2,499	0,006	0,938
<b>Precipitação</b>	881,92	1	881,923	2,116	0,150
<b>Temperatura</b>	7549,43	1	7549,430	18,115	<b>0,000</b>
<b>Erro</b>	25004,45	60	416,741		

#### 4.2. Resultados para Quadrículas de 0,5° x 0,5°

As figuras 13 e 14 demonstram que existe uma maior abundância de espécies no Distrito Federal. No Estado de Goiás temos uma grande abundância nas regiões dos Municípios de Águas Lindas, Cocalzinho, Corumbá de Goiás, Pirenópolis, Goiânia e Alto Paraíso. E no Estado de Tocantins destacam-se as regiões de Palmas, Ilha do Bananal e Bico do Papagaio.

A riqueza de espécies, segundo as figuras 15 e 16, é muito semelhante aos resultados que ocorreram para a abundância. Em Goiás, as maiores riquezas encontram-se nas regiões dos Municípios de Alexânia, Corumbá de Goiás, Vila Propício, Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás, Barro Alto, Mimoso, Padre Bernardo, Santa Rita, Goianésia, Niquelândia, Colinas, Alto Paraíso, São João D'aliança, Goiânia, Luziânia, Cristalina, Vianópolis, Silvânia, Abadiânia, Nerópolis, Anápolis, Aparecida de Goiânia, Mineiros, Perolândia, Jataí, Bela Vista, Orizona, Cristanópolis, Piracanjuba, Caldas Novas, Morrinhos, Rio Quente, Mossâmedes, Goiás, Itaberaí, Anicuns, São Luiz dos Montes Belos. Já no Estado de Tocantins os maiores valores de riqueza são encontrados nas regiões dos Municípios de Palmas, Lajeado, Barrolândia, Aparecida do Rio Negro, Paraíso, Arraias, Colinas do Tocantins, Presidente Kennedy, Brasilândia do Tocantins, Itaporã, Colméia, Guaraí e Pedro Afonso. Todas as quadrículas do Distrito Federal apresentam-se com alta riqueza.

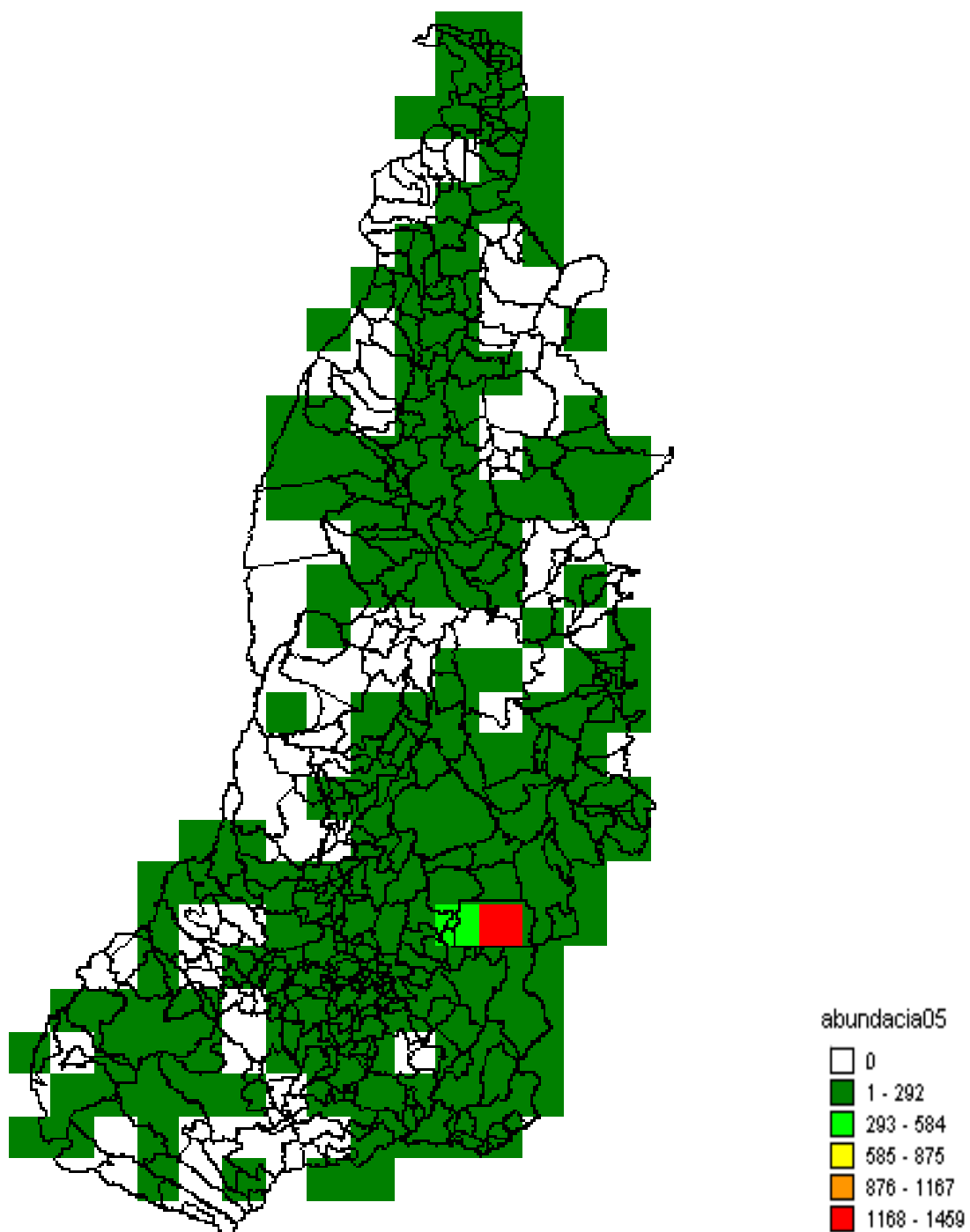
A distribuição de Chao (1) (figuras 17 e 18) confirma o Distrito Federal e seu entorno como uma região com alta riqueza estimada, no Estado do Tocantins essa alta riqueza destaca-se na Ilha do Bananal, em Gurupi e no Bico do Papagaio. Para Goiás as maiores riquezas estimadas encontram-se nas regiões de Pirenópolis, Alto Paraíso, São João da Aliança, Mineiros, Portelândia e Catalão.

As figuras 19 e 20 demonstram a distribuição de jacknife (1), a qual comparada com os outros estimadores de diversidade, como aconteceu para quadrículas de 1 grau,

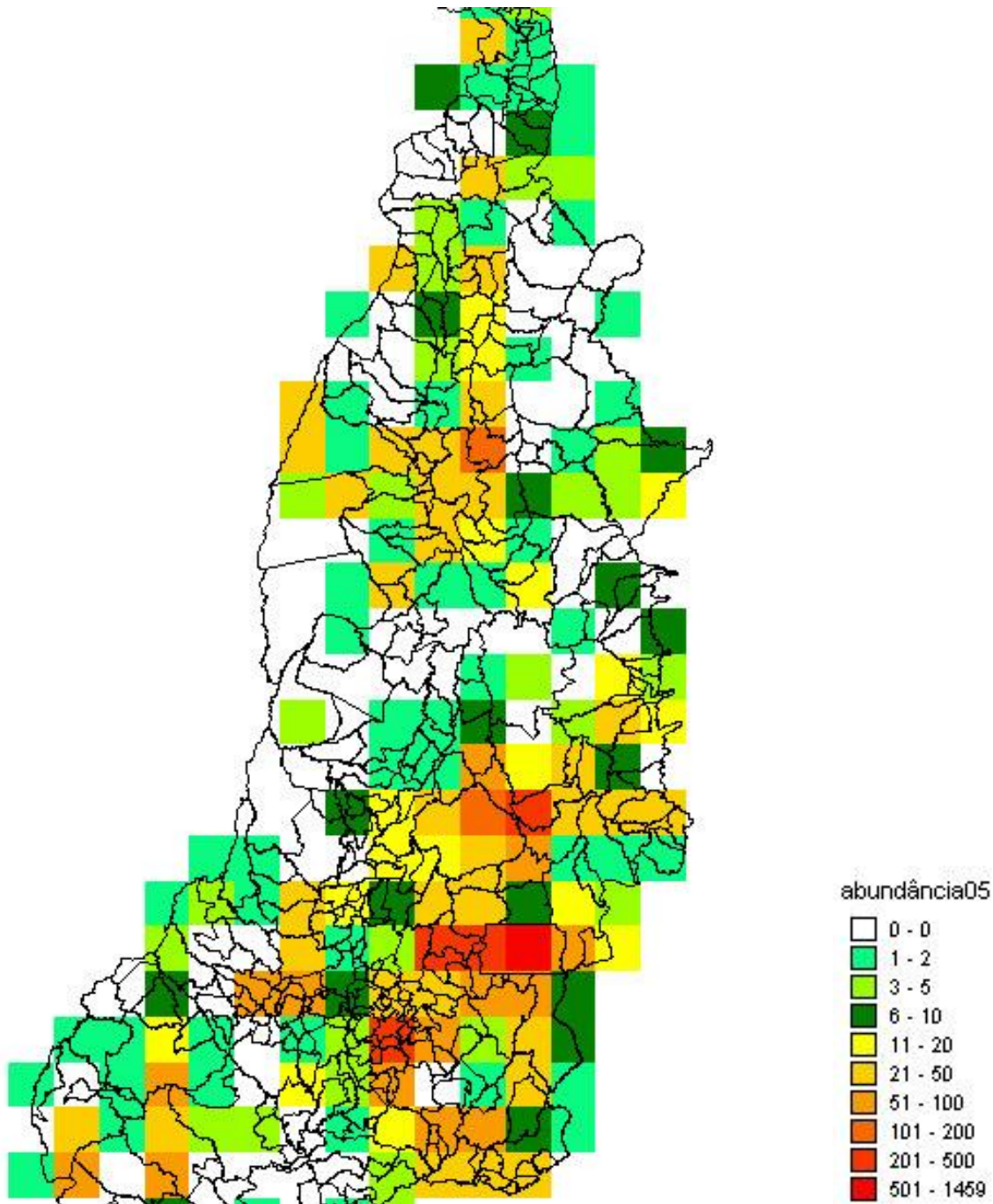
modificou-se pouco em relação à distribuição de riqueza. A principal diferença está no fato do estimador jackknife (1) colocar Goiânia e seu entorno como uma região cuja riqueza estimada apresenta menor intensidade quando comparada aos resultados fornecidos por outros estimadores.

A análise de rarefação demonstrou um resultado com baixa resolução da riqueza estimada (Figura 21), apresentando somente duas classes de riqueza. Basicamente as quadrículas, que na distribuição dos dados de riqueza, apresentaram 11 espécies ou mais, nesta análise foram evidenciadas com uma maior riqueza estimada. Aumentando o número de classes e de intervalos, para a distribuição da rarefação, o resultado do mapa não se altera.

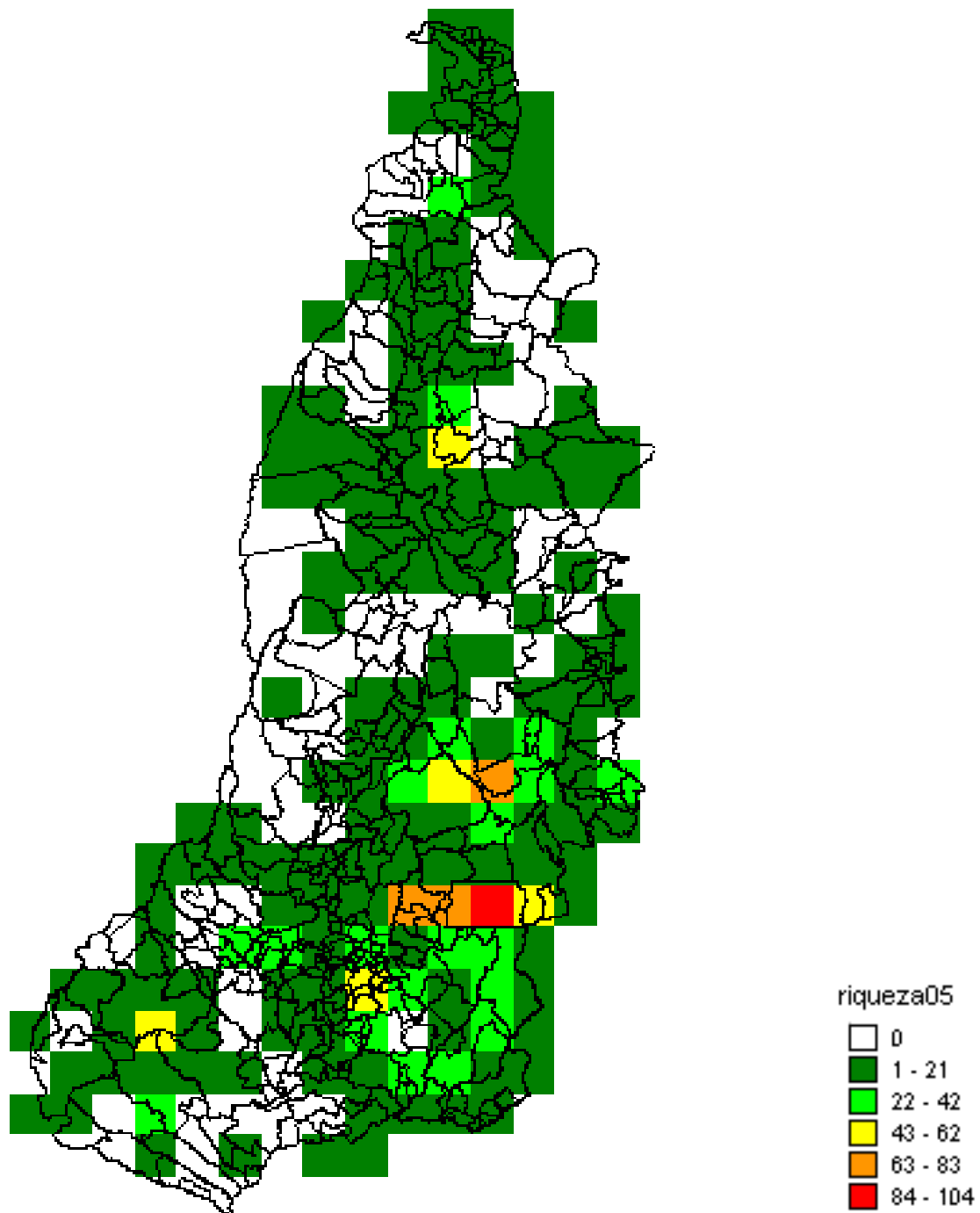
A diversidade beta representada nas figuras 22 e 23 demonstra uma mudança na riqueza de espécies ao longo do espaço, tendo maior índice na região do Distrito Federal, permanecendo alto na direção nordeste e diminuindo gradualmente em todas as outras direções.



**Figura 13.** Mapa de abundância das espécies da família Ruiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de quadrículas de 0,5 x 0,5°.

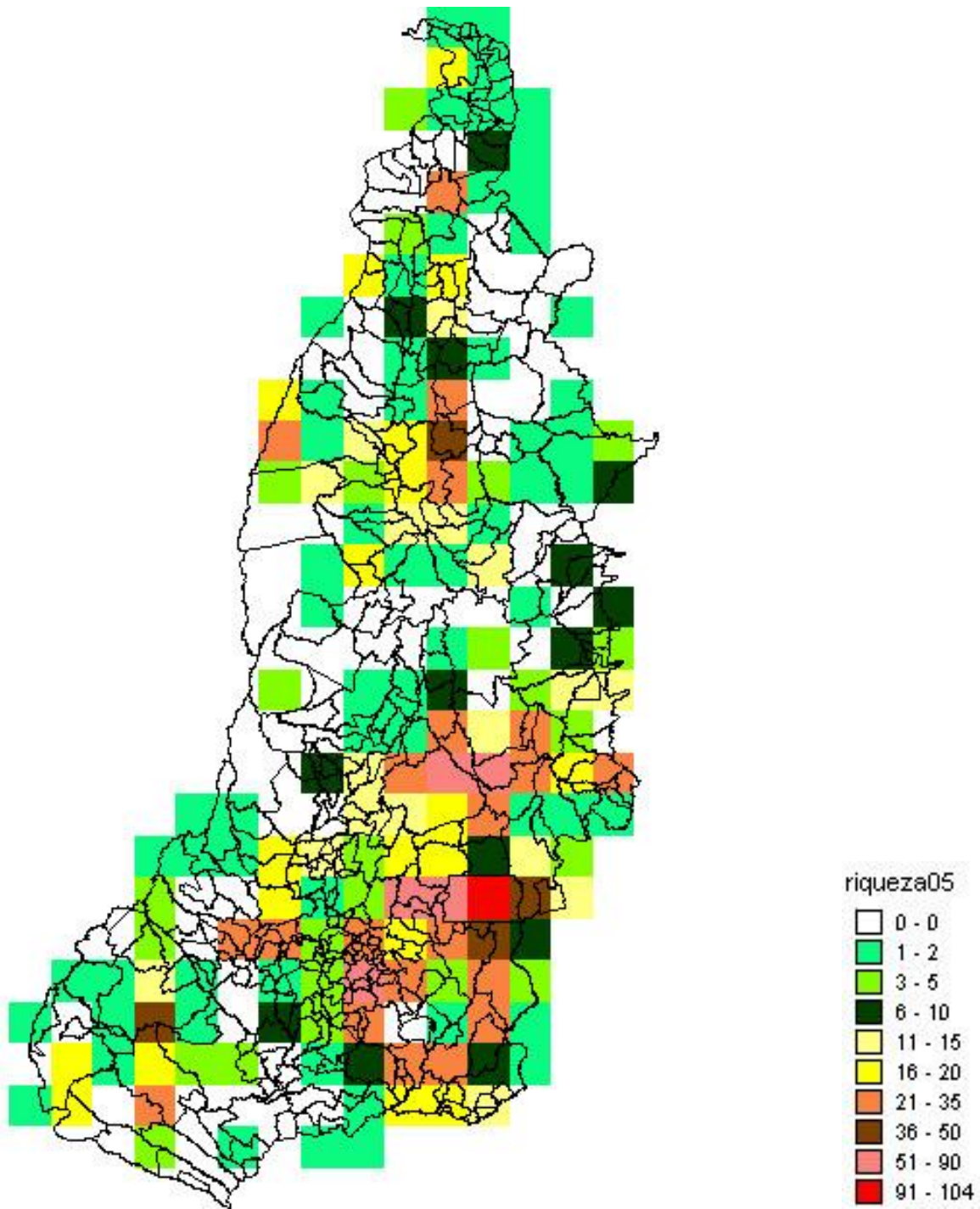


**Figura 14.** Mapa de abundância das espécies da família Ruiaceae no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de quadrículas de 0,5° x 0,5°.

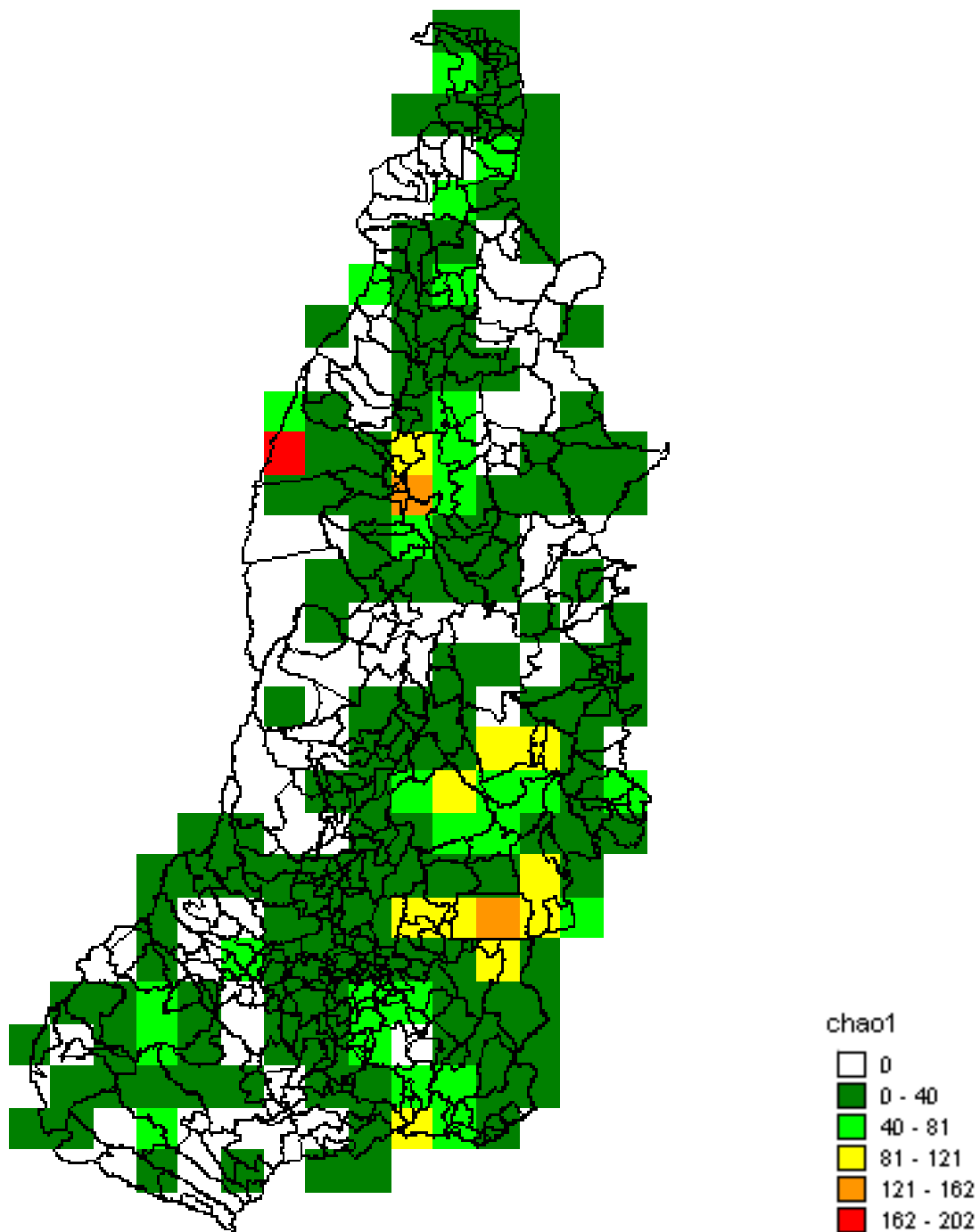


**Figura 15.** Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5 x 0,5°.

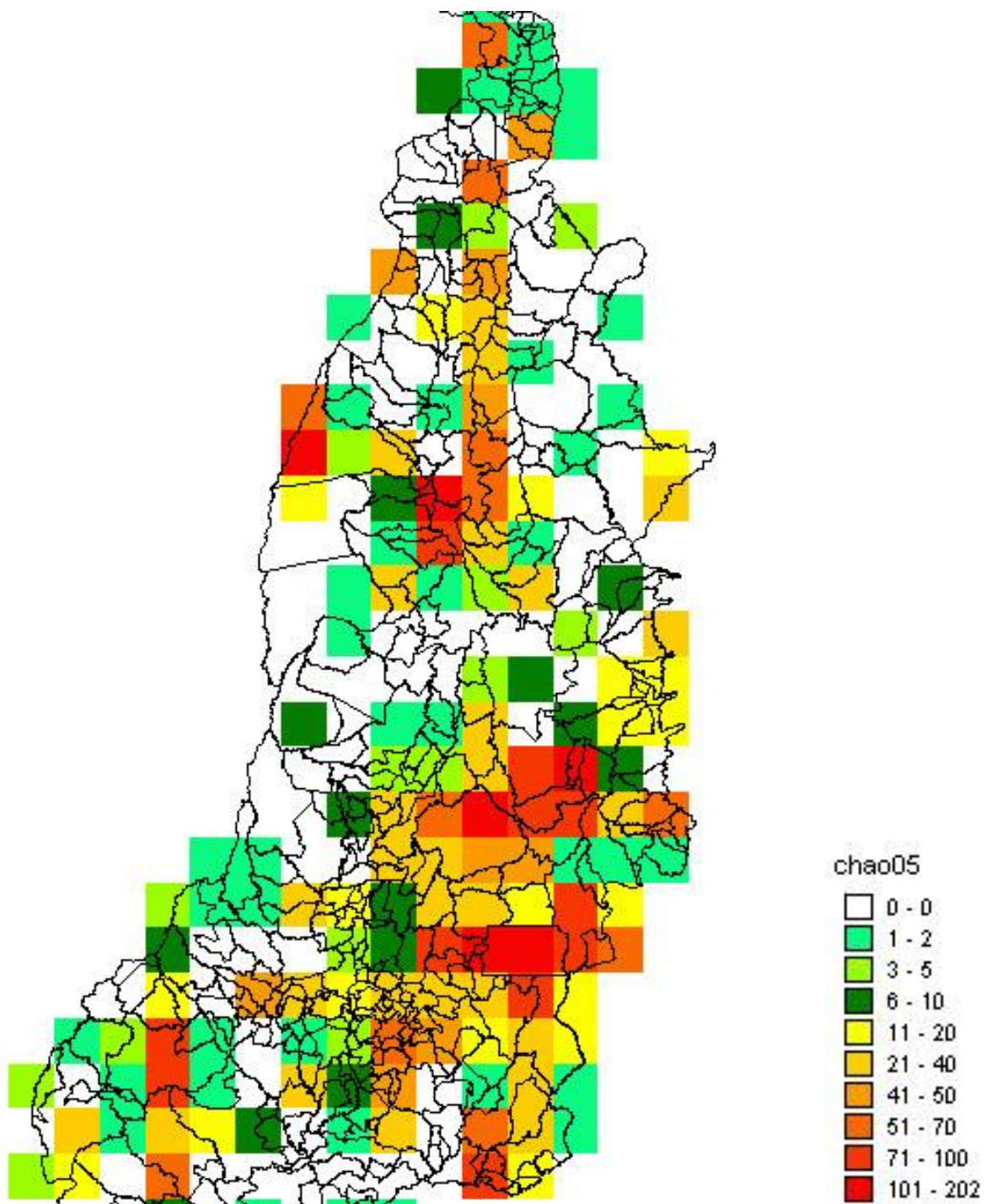




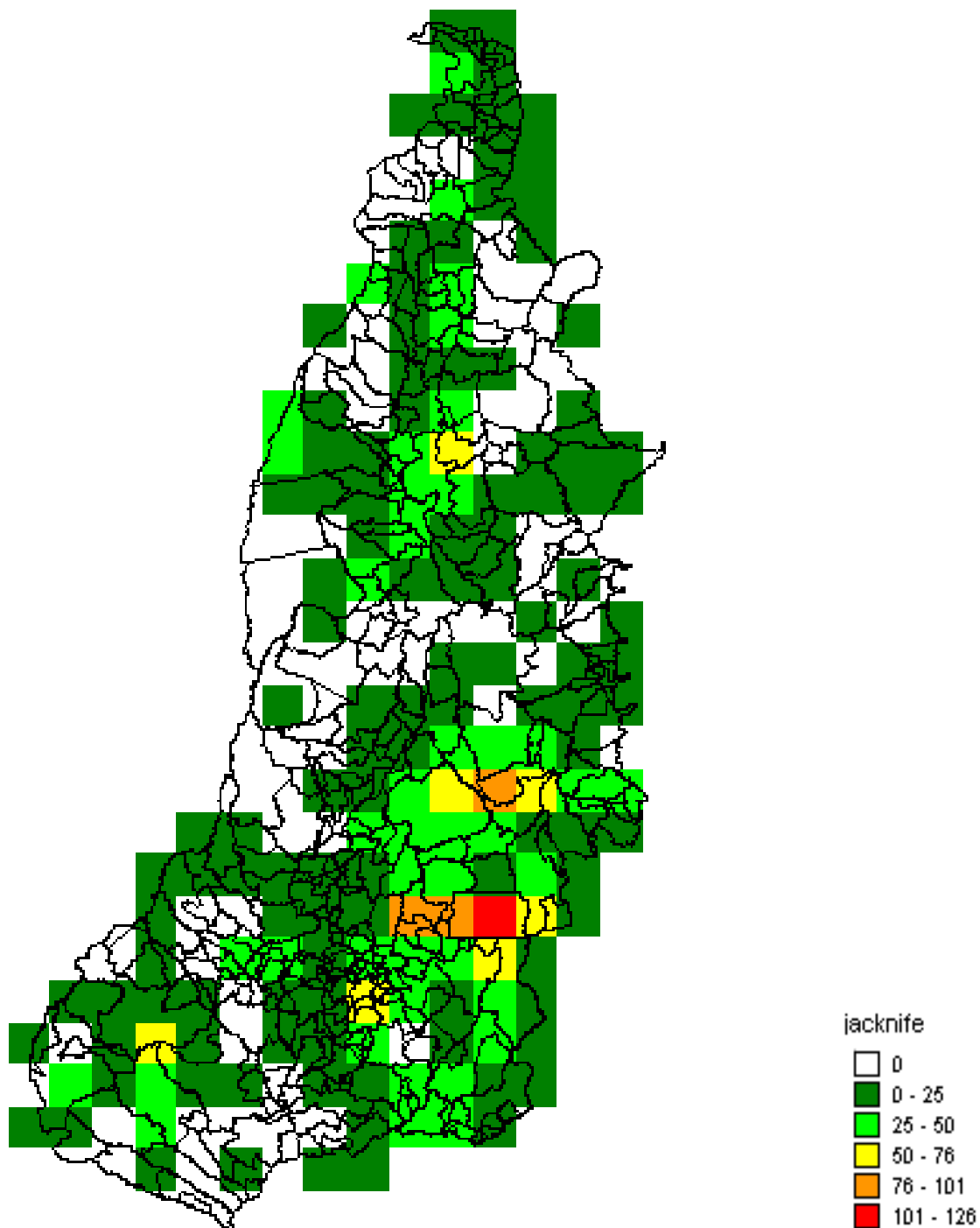
**Figura 16.** Mapa de distribuição da riqueza de espécies da família Rubiaceae que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5 x 0,5°.



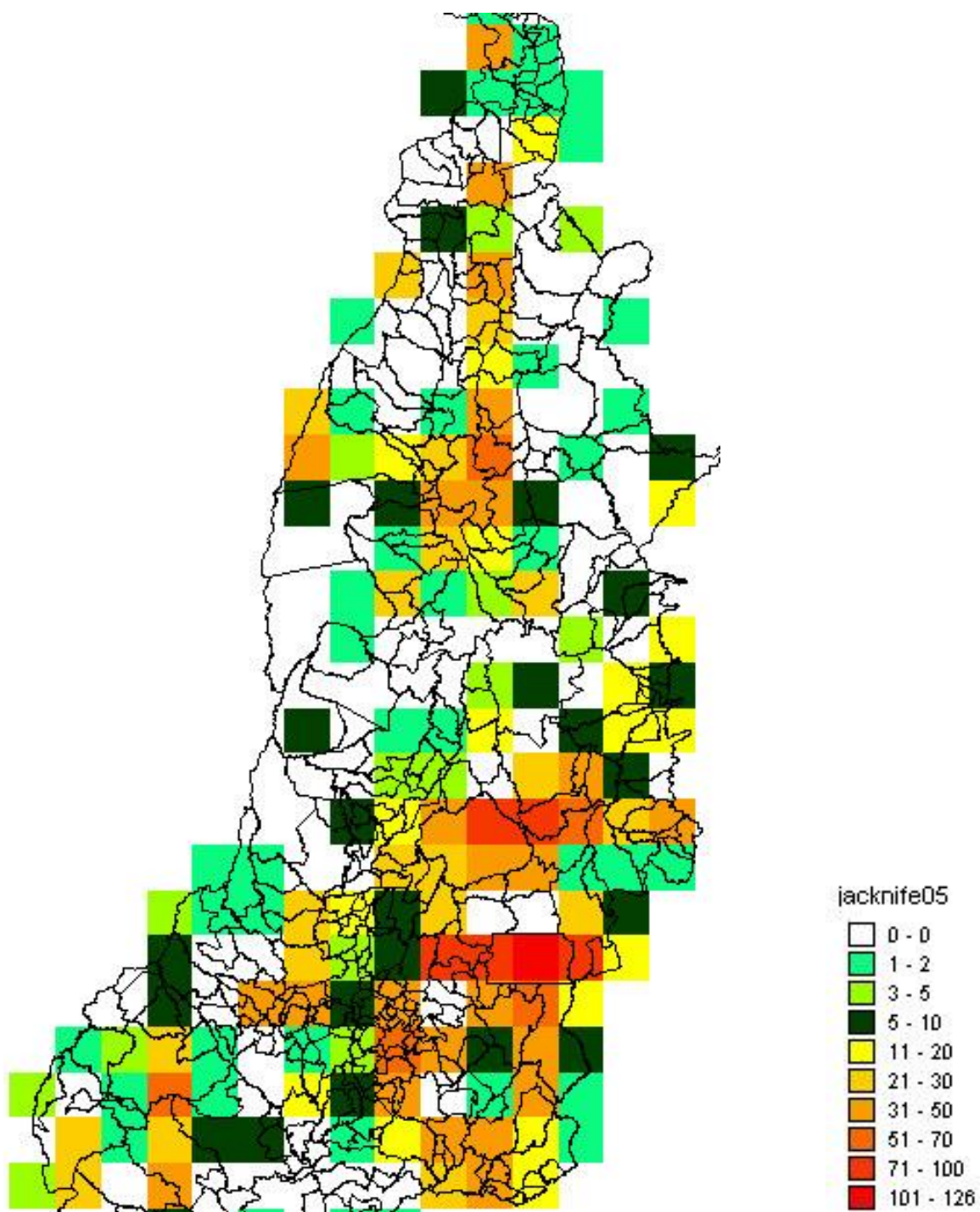
**Figura 17.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.



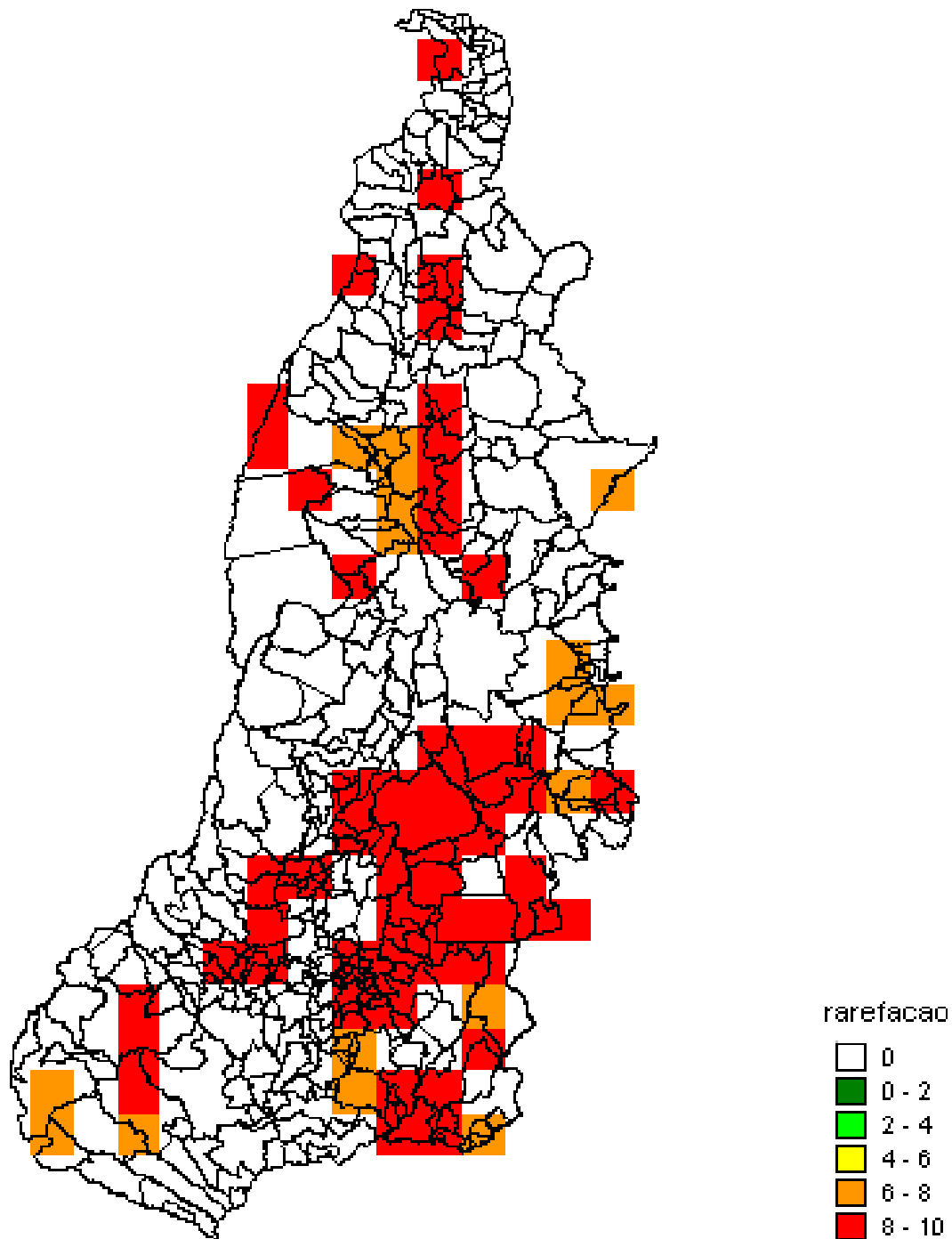
**Figura 18.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Chao(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.



**Figura 19.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jackknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ .

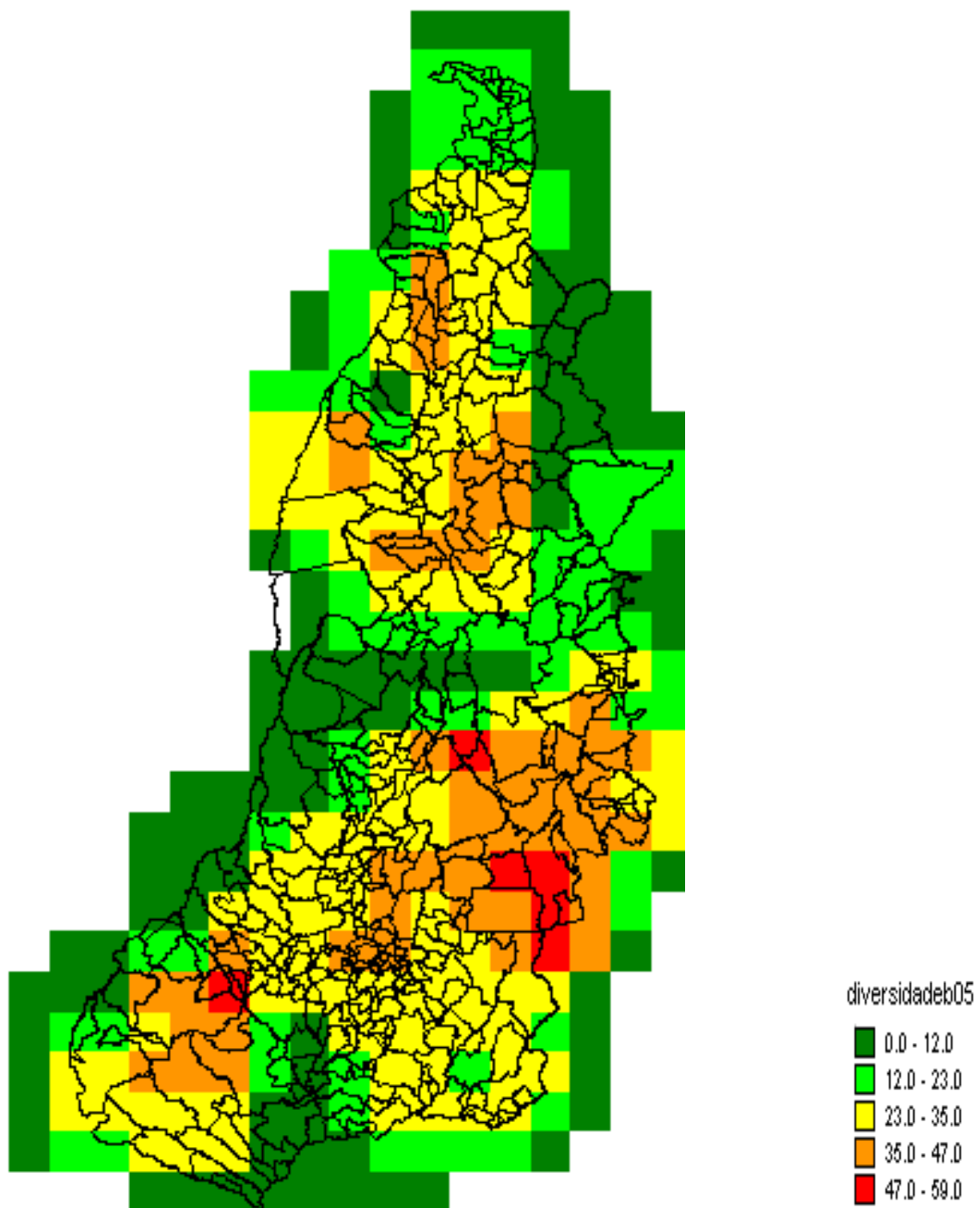


**Figura 20.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Jackknife(1), que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.

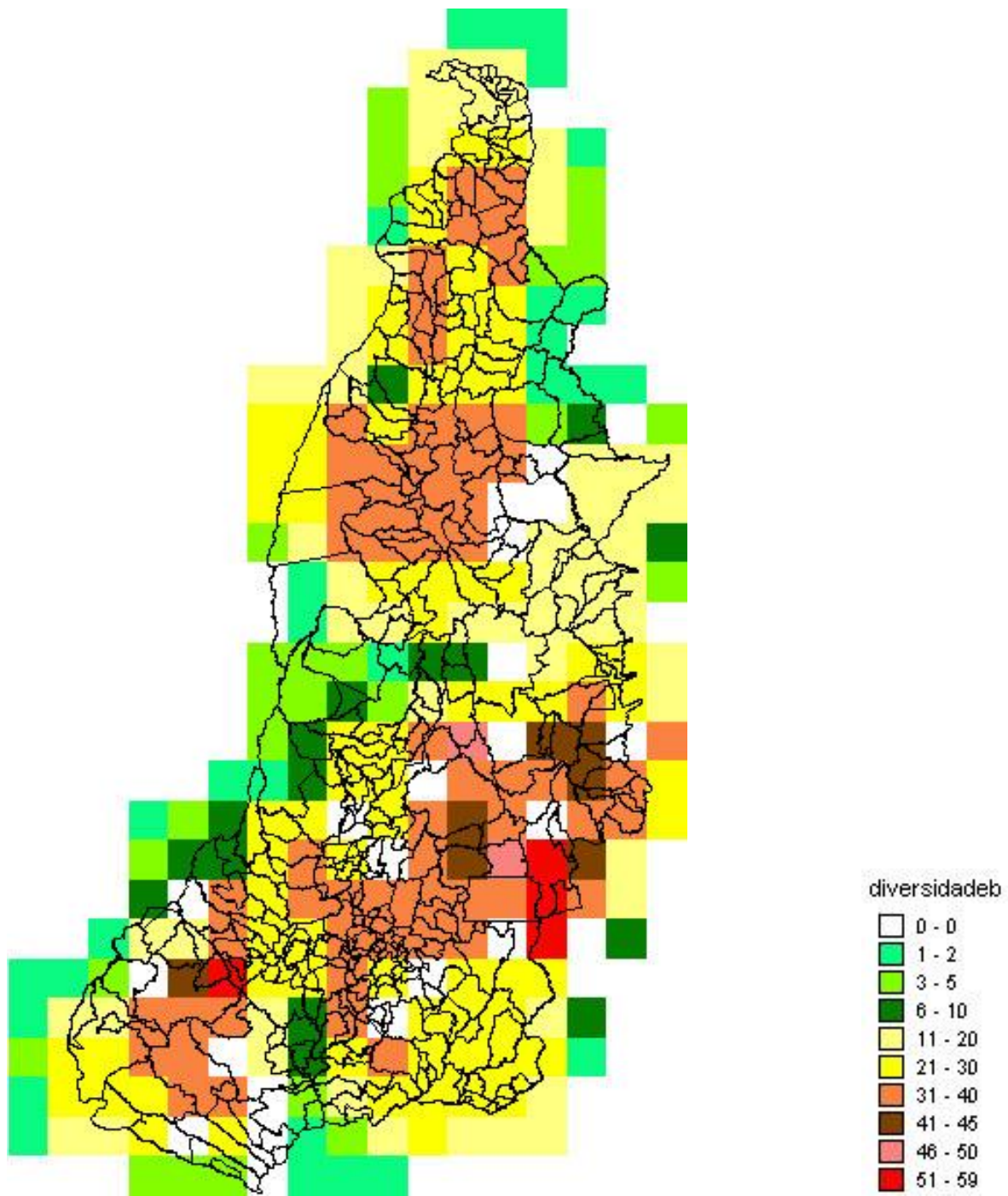


**Figura 21.** Mapa de distribuição de espécies da família Rubiaceae por Rarefação, que ocorrem no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.





**Figura 22.** Mapa da diversidade Beta para as espécies de Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.



**Figura 23.** Mapa da diversidade Beta para as espécies da Plantas da família Rubiaceae, que ocorre no Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins, com mais classes de intervalos, sobre uma malha de 0,5° x 0,5°.



Para os dados plotados em quadrículas de  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  só houve valor significativo para a variável altitude na distribuição de Jacknife (Tabela 13), embora as distribuições por Riqueza observada (Tabela 11) e Chao1(Tabela 12) apresentaram valores significativos para o modelo geral.

Repetindo a análise de VIF (Variance Inflation Factor) observou-se também colinearidade entre as variáveis altitude e temperatura (Tabela 15). Segundo o critério de Graham (2003). Extraíndo-se a variável temperatura, o confronto entre as variáveis ambientais e as distribuições de riqueza (Tabela 16), de Chao (Tabela 17) e de Jacknife (Tabela 18), assim como aconteceu para quadrículas de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ , também apresentam valores significativos para a variável altitude.

O resultado obtido a partir da extração da variável altitude (Tabela 20) demonstra que a temperatura seria o fator que melhor explicaria a distribuição de rubiáceas. Porém esse modelo apresenta um  $R^2$  menor do que o modelo em que a altitude permanece e a temperatura é excluída.

**Tabela 11.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5° ( Valores gerais da análise:  $R^2= 0,175$ ;  $F= 8,605$ ;  $p< 0,000$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercepto</b>	14,64	1	14,637	0,073	0,786
<b>Altitude</b>	629,18	1	629,183	3,166	0,077
<b>Inclinação</b>	28,32	1	28,315	0,142	0,706
<b>Precipitação</b>	542,72	1	542,724	2,731	0,100
<b>Temperatura</b>	0,11	1	0,110	0,000	0,981
<b>Erro</b>	32186,43	162	198,681		

**Tabela 12.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5° ( Valores gerais da análise:  $R^2= 0,068$ ;  $F= 2,989$ ;  $p= 0,020$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercepto</b>	474,5	1	474,503	0,459	0,498
<b>Altitude</b>	2274,7	1	2274,725	2,203	0,139
<b>Inclinação</b>	88,0	1	88,019	0,085	0,770
<b>Precipitação</b>	2797,3	1	2797,264	2,709	0,101
<b>Temperatura</b>	213,2	1	213,249	0,206	0,650
<b>Erro</b>	167225,5	162	1032,256		

**Tabela 13.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jacknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5° ( Valores gerais da análise:  $R^2= 0,168$ ;  $F= 8,223$ ;  $p< 0,001$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	97,05	1	97,052	0,252	0,616
<b>Altitude</b>	1500,68	1	1500,684	3,899	<b>0,049</b>
<b>Inclinação</b>	51,60	1	51,596	0,134	0,714
<b>Precipitação</b>	1070,46	1	1070,462	2,781	0,097
<b>Temperatura</b>	19,47	1	19,467	0,050	0,822
<b>Erro</b>	62340,57	162	384,818		

**Tabela 14.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5° ( Valores gerais da análise:  $R^2= 0,032$ ;  $F= 0,542$ ;  $p= 0,705$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Intercepto</b>	2,513	1	2,513	7,716	0,007
<b>Altitude</b>	0,177	1	0,177	0,545	0,462
<b>Inclinação</b>	0,229	1	0,229	0,704	0,404
<b>Precipitação</b>	0,270	1	0,270	0,829	0,365
<b>Temperatura</b>	0,321	1	0,321	0,988	0,323
<b>Erro</b>	21,172	65	0,325		

**Tabela 15.** Análise de Colinearidade entre variáveis ambientais em função da riqueza em quadrículas de 0,5° x 0,5°.

	Tolernc	VIF	R square	Riq Beta in	Riq Partial	Riq Semi part	Riqueza t	Riq p
Altitude	0,076	13,028	0,923	0,458	0,138	0,126	1,779	0,077
Inclinação	0,883	1,132	0,116	-0,028	-0,029	-0,026	-0,377	0,706
Precipitação	0,768	1,301	0,231	0,134	0,1287	0,117	1,652	0,100
Temperatura	0,075	13,261	0,924	-0,006	-0,001	-0,001	-0,023	0,981

**Tabela 16.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraindo-se o efeito da temperatura (Valores gerais da análise:  $R^2= 0,175$ ;  $F= 11,544$ ;  $p < 0,001$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	583,35	1	583,352	2,954	0,087
<b>Altitude</b>	6440,92	1	6440,916	32,618	<b>0,000</b>
<b>Inclinação</b>	30,53	1	30,531	0,154	0,694
<b>Precipitação</b>	575,48	1	575,477	2,914	0,089
<b>Erro</b>	32186,54	163	197,463		

**Tabela 17.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Chao(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraindo-se o efeito da temperatura. (Valores gerais da análise:  $R^2= 0,067$ ;  $F= 3,936$ ;  $p= 0,009$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	1850,9	1	1850,92	1,801	0,181
<b>Altitude</b>	11434,9	1	11434,90	11,131	<b>0,001</b>
<b>Inclinação</b>	40,5	1	40,45	0,039	0,842
<b>Precipitação</b>	3418,4	1	3418,37	3,327	0,069
<b>Erro</b>	167438,8	163	1027,23		

**Tabela 18.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre Jackknife(1) e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraindo-se o efeito da temperatura (Valores gerais da análise:  $R^2= 0,168$ ;  $F= 11,011$ ;  $p < 0,001$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	1025,03	1	1025,03	2,679	0,103
<b>Altitude</b>	11920,91	1	11920,91	31,159	<b>0,000</b>
<b>Inclinação</b>	40,66	1	40,66	0,106	0,744
<b>Precipitação</b>	1222,41	1	1222,41	3,195	0,075
<b>Erro</b>	62360,04	163	382,58		

**Tabela 19.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre rarefação e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraindo-se o efeito da temperatura (Valores gerais da análise:  $R^2= 0,017$ ;  $F= 0,393$ ;  $p= 0,757$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	25,746	1	25,746	79,056	<b>0,000</b>
<b>Altitude</b>	0,137	1	0,137	0,423	0,517
<b>Inclinação</b>	0,117	1	0,117	0,361	0,550
<b>Precipitação</b>	0,165	1	0,165	0,508	0,478
<b>Erro</b>	21,494	66	0,325		

**Tabela 20.** Resultado do teste de regressão linear múltipla entre riqueza e variáveis ambientais, para quadrículas de 0,5° x 0,5°, extraindo-se o efeito da altitude (Valores gerais da análise:  $R^2= 0,159$ ;  $F= 10,281$ ;  $p < 0,001$ ).

	<b>SS</b>	<b>Degr. of</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Intercepto</b>	6147,69	1	6147,689	30,536	<b>0,000</b>
<b>Inclinação</b>	3,89	1	3,892	0,019	0,889
<b>Precipitação</b>	688,53	1	688,534	3,420	0,066
<b>Temperatura</b>	5811,84	1	5811,842	28,868	<b>0,000</b>
<b>Erro</b>	32815,61	163	201,323		

## 5. Discussão

A estruturação dos mapas de riqueza permitiu observar as regiões que apresentam maior riqueza de espécies de Rubiáceas. De modo geral é possível associar essas regiões a locais com elevadas altitudes, o que foi demonstrado através da análise das regressões múltiplas. Porém existem outros fatores que podem ajudar a explicar porque algumas regiões apresentam grande diversidade e abundância.

A região com maior diversidade entre todas as áreas analisadas, foi o Distrito Federal e seu entorno. É provável que esse resultado seja fortemente influenciado pela grande quantidade de reservas ambientais que existem nessa região.

Deve-se levar em consideração que alguns municípios como Corumbá de Goiás, Pirenópolis, Goiás, Alto Paraíso, Caldas Novas e Rio Quente, principalmente, apresentam a economia baseada no ecoturismo, o que pode ser um fator que contribui para uma maior preservação o que conseqüentemente influencia na diversidade desses locais. Isso só vem demonstrar o quanto à instituição de reservas ambientais e o desenvolvimento sustentável podem ser eficientes na manutenção de espécies e de ecossistemas.

As regiões de Tocantins com grande diversidade se encontram dentro ou próximas às áreas de preservação ou em locais de pouca urbanização. Tocantins pode ser considerado como um caso a parte às outras áreas estudadas, isso porque o Estado apresentou um desenvolvimento sócio-econômico e tecnológico mais tardio. Porém na atualidade, existe um ritmo extremamente acelerado de desenvolvimento, e junto a este, o de degradação vegetal para a formação de pastos ou plantio (MMA, 2005; Grogan et al., 2002). É provável que ocorra extinção de espécies que sequer sejam conhecidas.

Os resultados das distribuições de riqueza e abundância sugerem a necessidade de esclarecimento quanto ao esforço amostral, já que essas medidas

aparecem com valores mais elevados nas regiões próximas a grandes centros urbanos e de pesquisa.

A avaliação do efeito do esforço amostral na distribuição de riqueza encontrada, baseou-se na análise e comparação do confronto de alguns estimadores de riqueza, Jacknife (1), Rarefação e Chao (1), com os dados ambientais. As análises comparativas demonstraram que somente o estimador Jacknife apresentou valor significativo, e somente para a variável altitude, tanto em quadrículas de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  quanto em quadrículas de  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  grau, estando os dados sob os efeitos da colinearidade altitude-temperatura. Porém após a extração da variável temperatura, para a eliminação da colinearidade, observou-se que tanto a distribuição de Chao quanto a de Jacknife foram significativas para a variável altitude, em ambas as dimensões quadriculares. Isso possibilita uma maior confiança no banco de dados, já que houve uma resposta concordante de dois estimadores, à variável altitude, com os dados originais de riqueza. Apesar dos resultados, é inegável a probabilidade de influência do esforço amostral em determinadas regiões.

Neste trabalho optou-se pelo uso de três estimadores de riqueza (Jacknife, Chao e rarefação), de grande uso para dados não paramétricos, de modo a garantir uma maior robustez nos resultados obtidos, caso os mesmos sejam congruentes. A utilização de estimadores de riqueza apresenta-se como uma tentativa de se avaliar a influência do esforço amostral na determinação da diversidade biológica em certa área. Existem, porém, algumas críticas ao uso de duas das principais técnicas para se estimar riqueza, Jacknife e Chao. Melo (2004) destaca dois pontos que seriam problemáticos quando se usa estes estimadores para avaliar o efeito do esforço amostral: I) A influência do tamanho da amostra sobre os valores estimados, devido ao número de espécies raras que influencia fortemente nos valores estimados. II) O tamanho das unidades amostrais que podem fazer com que uma espécie seja considerada rara ou não. Já para a técnica

da Rarefação, existem críticas ao excesso de valores, e a uma grande perda de informações durante a produção das estimativas (Magurran, 2003; Krebs, 1999).

Graham (2003) sugeriu em seu trabalho que um  $VIF \geq 2$  caracteriza a existência de colinearidade entre variáveis. Para a resolução desse problema, a exclusão de variáveis não é considerada como uma boa alternativa, pois pode resultar numa perda substancial de informações (Carnes & Slade, 1988; James & McCulloch, 1990). Entretanto quando se observa o nível de explicação dos modelos ( $R^2$ ) percebe-se que não houve, ou foi muito pequena, a diferença antes e após a exclusão da variável temperatura, tanto para quadrículas de  $1^\circ \times 1^\circ$  quanto para quadrículas de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ . Essa exclusão da temperatura parece ser válida, já que há uma mudança considerável no nível de significância das variáveis e dos modelos sem alterar seu poder de explicação (Neter et al., 1996). A opção de se retirar a temperatura e não a altitude, baseou-se na explicação total do modelo de distribuição sempre ser menor quando a altitude era excluída (Tabelas 6 e 10; 16 e 20).

Uma razão para a existência da multicolinearidade altitude-temperatura, pode estar em uma explicação dada por Körner (2007) de que para se considerar a influência ou a variação da temperatura frente à altitude, a análise deve-se basear na temperatura por estações do ano e não na temperatura média anual, pois esta última se confunde com o grau de continentalidade climática.

Existe uma grande dificuldade em se determinar um modelo global de associação altitude-diversidade. Isso porque muitos fatores podem ser influenciados de forma peculiar em cada uma das elevações a serem consideradas. Algumas variáveis se apresentam fortemente associadas à altitude: pressão atmosférica dos gases ( $O_2$  e  $CO_2$ , por exemplo), incidência de radiação UV-B e térmica e temperatura atmosférica (influência na umidade ambiental). Os efeitos da altitude sobre a temperatura, por exemplo, interagem com a morfologia das plantas, a inclinação do terreno, a incidência de

radiação solar, etc. Fica claro então que a determinação de uma teoria geral entre a altitude e a produtividade primária, o tamanho corporal dos organismos, a história de vida, dentre outros fatores não é tarefa das mais corriqueiras (Körner, 2007).

A altitude tem uma boa relação com fatores como a temperatura e a pluviosidade, porém é possível que o fator solo seja mais influenciado pela altitude do que os dois anteriores. Segundo uma classificação feita por Silva et al. (2006) as regiões enfocadas neste trabalho que possuem maior biodiversidade, apresentam as mesmas características ambientais, sendo chamadas de “planícies bem drenadas dominadas por savanas”, onde na maior parte dos casos, há predominância de um único tipo de solo (Oxisolo, pH<5,3 e com saturação de alumínio > 70%). Essas informações referentes ao solo são muito pertinentes, pois sugerem que o solo seja um fator muito importante na determinação de fitofisionomias e conseqüentemente na distribuição de plantas (Ratter et al., 1997; Delprete, no prelo; Gentry, 1988; Silva et al., 2006).

Gentry (1988) demonstra em seu trabalho, que a riqueza de espécies nas florestas tropicais apresenta uma correlação linear positiva com a precipitação, porém quando essa mesma se encontrava com valores entre 4000 e 4500 mm de precipitação anual (regiões menos chuvosas), havia indícios de uma relação não-linear, o que seria explicado por uma saturação de nicho ou um equilíbrio de comunidades. Pode ser exatamente este fator que vem influenciando a relação riqueza vs precipitação no Cerrado, já que a precipitação anual fica sempre muito abaixo deste valor e além do que as plantas do Cerrado apresentam adaptações para o período de seca, o qual acontece praticamente durante metade de cada ano. Há que se considerar ainda o fato de que a altitude não apresenta uma relação linear com a precipitação. Existe uma variação muito acentuada no padrão altitude-precipitação (Körner, 2007).

Para o continente africano a declividade (inclinação) tem grande influência na riqueza de Rubiáceas, mas somente em regiões onde ocorreram erupções vulcânicas.

Isso porque há uma variação da composição do solo, o qual se torna extremamente rico em nutrientes. Nesse tipo de ambiente, as Rubiáceas se apresentam como a família de plantas com maior diversidade - mais até que as “Leguminosae” a qual é considerada a mais diversa na maioria dos biomas mundiais (Gentry, 1988). A falta de solo vulcânico pode ser um dos motivos que explicam o fato das Rubiáceas, no Cerrado, não responderem bem a variável inclinação. É provável que não haja uma variação suficiente na composição do solo frente a declividade, para se justificar a falta de valores significativos na relação declividade-riqueza.

A variável altitude não aparece como um fator surpresa em relação a sua importância na determinação da distribuição de rubiáceas, pois com valores médios e elevados (>2000 m) dessa variável, as rubiáceas são consideradas como uma das famílias que mais contribuem para a riqueza de comunidades nas regiões Neotropicais (Gentry, 1988). Já para as regiões especificadas neste estudo, a altitude foi o fator mais importante, mesmo sem nenhuma localidade atingindo 2000 m.

Uma grande dificuldade em se entender quais fatores são determinantes para a distribuição de plantas no Cerrado, pode estar ligada ao fato desse bioma apresentar um mosaico de fitofisionomias. É fato que neste bioma, não há um gradiente fitofisionômico, mas sim um mosaico de fatores edáficos, topográficos, geológicos e bióticos, que se traduzem em uma mudança abrupta de variáveis como tipo de solo, altitude, temperatura, umidade, etc. a pequenos intervalos espaciais (Felfili & Silva Júnior, 2001; Furley & Ratter, 1988; Ratter et al. 2003). Essa pode ser uma das explicações para que em quadrículas de 0,5 x 0,5° o  $R^2$  dos modelos apresentem valores bem menores que para quadrículas de 1° x 1°. Sendo assim, quanto menores as quadrículas, maior a influência do efeito dos mosaicos. Uma alternativa para se tentar aliviar (ou entender) o efeito dos mosaicos fitofisionômicos, se é que os mesmos possuem realmente relevância na



distribuição de rubiáceas, seria a incorporação de uma maior quantidade de variáveis, como tipo de solo e hidrologia, por exemplo.

Fica claro que a conservação de Rubiáceas, no Cerrado, se torna eficiente a medida que se preserva locais com elevadas altitudes, como serras, morros, etc. Muitas das regiões com maior riqueza e abundância de rubiáceas já se encontram inseridas em áreas de proteção ambiental. Isso sugere que muitas dessas áreas, algumas já criadas a partir de estudos de diversidade com outras espécies de organismos, estão cumprindo o papel de resguardar uma alta biodiversidade.

Não se pode esquecer que a influência das variáveis ambientais na ocorrência das espécies é um fator extremamente importante, porém quando se pensa em conservação, deve se pensar também em rede de interações, já que é óbvio que uma espécie depende de outras para se estabelecer, para imigrar ou se extinguir, logo uma interação interespecífica pode ser um fator de suma importância na determinação da ocorrência de uma espécie. Assim, muito do que não pôde ser explicado, neste trabalho, pelo nicho scenopoético, pode ser explicado pelo bionômico (Soberón, 2007).

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, é possível sugerir algumas áreas, que poderiam garantir a preservação da diversidade de rubiáceas a partir da criação de reservas ambientais. As regiões próximas aos Municípios de Alexânia, Itapirapuã, Luziânia, Jataí, Serranópolis, Iporá, Ivolândia, Formosa, Colinas do Sul, Mara Rosa, Laciara, Serra dos Caiapós e Caçu, no Estado de Goiás, bem como as regiões dos Municípios de Lageado, Juarina, Sandolândia, Itapiratins, Guaraí, Juarina, Araguaína, Araguatins e São Bento do Tocantins, no Estado do Tocantins. As regiões sugeridas, não necessariamente apresentaram as maiores riquezas de espécies, mas são regiões com alta diversidade e que não possuem importantes reservas ambientais (Figs. 5 e 16).

Quando se sobrepõem as áreas prioritárias de conservação para o Estado de Goiás, determinadas por Scaramuzza et al. (2005), e a riqueza de rubiáceas para

quadrículas de 0,5 x 0,5 grau (Apêndice-B), observa-se uma boa correspondência entre as áreas com maiores riquezas de rubiáceas e essas áreas prioritárias. O que pode ser um indicativo, que as pesquisas estão no caminho certo e que há uma necessidade imediata para a criação de reservas em áreas tão “criteriosamente indicadas” à conservação. Uma provável explicação para isso, pode estar no fato de que essas regiões apresentam um ambiente com maior disponibilidade de recursos e conseqüentemente com maior quantidade de nichos. É claro que algumas regiões, naturalmente, não apresentam essa correspondência, porém algumas áreas prioritárias sem correspondência, encontram-se em regiões que não houve coleta de rubiáceas. Assim, tem-se um motivo a mais para se investir no esforço de coleta em áreas pouco exploradas.

## 6. Conclusão

A maior diversidade de rubiáceas foi encontrada dentro de áreas com elevadas altitudes. Isso coloca a altitude como um fator determinante quando o objetivo for a conservação desta família nas regiões estudadas. Porém não se pode esquecer que existem dois fatores que podem ter tido forte influência nestes resultados, mesmo com as ferramentas matemáticas usadas para minimizar este fato: I) Intensidade de coletas em áreas preservadas. II) Grande variação de nichos ecológicos e de fatores fitossociológicos dentro de uma pequena superfície. Ou seja, em uma pequena área de preservação existem muitas ou todas as fitofisionomias presentes no Cerrado, uma estrutura de mosaico.

É reconfortante pensar que as áreas de preservação ambiental, estão cumprindo seu papel. Já que grande parte das áreas com alta riqueza cobrem reservas ambientais. Porém não se pode esquecer que o ambiente funciona de uma forma complexa e ainda não tão bem compreendida. A interação entre organismos, entre ambientes e entre organismo-ambiente é uma rede com muitas junções obscuras (pelo menos para nossos conhecimentos atuais). Seria muito cômodo, além de um alívio, avaliar a eficiência e o sucesso da conservação somente por estudos de diversidade. É claro que isso é um primeiro e importante passo, mas não é suficiente.

Há de se salientar que esse trabalho não visou detalhar e diferenciar áreas que possuíam espécies raras ou espécies comuns e nem analisar as relações filogenéticas da família – que inclusive são informações de extrema importância para se pensar na conservação. A proposta deste trabalho foi a de reunir e gerar informações básicas para que se possa elaborar planos que sejam capazes de considerar a conservação em sua total plenitude.

A intenção é que em um próximo trabalho se faça uma análise considerando o “peso” das espécies (raras e comuns) na determinação de áreas de conservação, que se

intensifiquem as coletas e/ou a busca de dados de coletas fora das áreas de conservação e que posteriormente se considere as relações filogenéticas nesta família. Assim o entendimento da distribuição das rubiáceas pode ficar mais próximo da realidade natural.

Para o Estado de Goiás, podemos observar que as áreas com maior riqueza de rubiáceas coincidem com a maioria das áreas prioritárias de conservação determinadas por Scaramuzza et al. (2005), as quais basearam-se principalmente na análise de grupos de vertebrados terrestres juntamente com fatores fitogeomórficos. A utilização da diversidade da família Rubiaceae como indicadora de locais propícios à áreas de conservação, apresenta-se como uma informação extra, frente a uma tentativa de se garantir a permanência e uma melhor compreensão do Bioma Cerrado.

## 7. Referências Bibliográficas

Andelman, S., I. Ball, F. Davis & D. Toms. 1999. SITES v. 1.0, An analytical toolbox for designing ecoregional conservation portfolios. Technical report, The Nature Conservancy.

Araújo, M.B. 1998. Avaliação da biodiversidade em conservação. *Silva Lusitana*. 6(1): 19-40.

Brooks, T. M.; R.A Mittereier.; C.G. Mittermeier.; G.A.B. Fonseca; A.B. Rylands; W.R. Kontant; P. Flick; J. Pilgrim; S. Oldfield; G. Magin & G.H. Taylors. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16: 909-923.

Cabeza, M.& A. Moilanen. 2001. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *TRENDS in Ecology & Evolution* 16: 242-248.

Carnes, B. A. & N. A. Slade. 1988. The use of regression for detecting competition with multicollinear data. *Ecology* 69:1266–1274.

Delprete, P. G. 2004. Rubiaceae. In: N. P. Smith et al. (Eds.), Flowering Plant Families of the American Tropics, pp. 328-333. Princeton University Press/New York Botanical Garden Press.

Delprete, P. G., L. B. Smith & R. B. Klein. 2004. Rubiáceas, Volume 1 - Gêneros de A-G: 1. *Alseis* até 19. *Galium*. (com observações ecológicas por R. Klein, A. Reis & O. Iza), pp. 1-344. In: A. Reis (ed.), Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

Delprete, P. G., L. B. Smith, R. B. Klein. 2005. Rubiáceas, Volume 2 - Gêneros de G-Z: 20. *Gardenia* até 46. *Tocoyena* (com observações ecológicas por R. Klein, A. Reis & O. Iza), pp. 345-843. In: A. Reis (ed.), Flora Ilustrada Catarinense. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

Delprete, P. G. Rubiaceae. Flora dos Estados de Goiás e Tocantins-Coleção Rizzo (ca. 61 gêneros e 240 espécies; no prelo, a ser publicado em dois volumes).

Faith, D. P. 2001. Overlap of species richness and development-opportunity does not imply conflict. *Science* 293: 1591-1592.

Felfili, J. M. & M.C. Silva Júnior, (Org.). 2001. Biogeografia do Bioma Cerrado. Estudo Fitofisionômico na chapada do Espigão Mestre do São Francisco. UNB, Brasília.

Fisher, D. O., & I. P. F. Owens. 2004. The comparative method in conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution* 19:391–398.

Furley, P. A. & J. A. Ratter. 1988. Soil Resources and Plant Communities of the Central Brazilian Cerrado and Their Development. *Journal of Biogeography*. 15: 97-108

Gaston, K. J. 2003. *The Structure and dynamics of geographic ranges*. Oxford University Press, Oxford.

Gentry, H.A. 1988. Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on

Environmental and Geographical Gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, Vol. 75 (1): 1-34.

Google, Programa Google Earth, 2006-2007.

Graham, M. H. 2003. Confronting Multicollinearity in Ecological Multiple Regression. *Ecology*, 84(11): 2809-2815.

Grogan, J., P. Barreto & A. Veríssimo. 2002. Mogno na Amazônia Brasileira: Ecologia e Perspectiva de Manejo. Belém, Imazon.

Harms, K. E., R. Condit, S.P. Hubbell & R.B Foster. 2001. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. *Journal of Ecology* 89:947–959.

Hijmans, R.J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Version 1.4. Disponível em <http://www.worldclim.org/>. Acessado em novembro de 2007.

Hijmans, R.J., M. E. Cruz & L. Guarino. 2006. *DIVA-GIS (version 5.4) 2006*, A geographic information system for the analysis of biodiversity data. Disponível em <http://www.diva-gis.org/>. Acessado em setembro de 2007.

IBGE – Mapa de Biomas. 2003.

<http://www.ibge.gov.br/home/presidência/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acessado em junho de 2006.

James, F. C. & C. E. McCulloch. 1990. Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box? *Annual Review of Ecology and Systematics* 21:129–166.

Klink, C. A. & A. Moreira. 2002. Past and current human occupation, and land use. In: P. S. Oliveira & R. J. Marquis (eds.), *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*, p. 266-284. Columbia University Press, Irvington, NY.

Körner, C. 2007. The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 22. nº 11.

Krebs, C.J. 1999. *Ecological Metodolodology*. Addison-wesley.

Loreau, M. 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: recent theoretical advances. *Oikos* 91: 3–17.

Magurran, Anne E. 2003. *Mensuring biological diversity*. Blackwell Publishing.

Margules, C. R. & R.L Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

Meir, E., S. Andelman & H.P. Possingham. 2004. Does conservation planning matter in a dynamic and uncertain world? *Ecology Letters* 7(8): 615-622.

Melo, A.S. 2004. A critique of the use of jackknife and related non-parametric techniques to estimate species richness. *Community Ecology* 5(2): 149-157.

Mendonça, R. C., J. M. Felfili, B. M. T. Walter, M. C. S. Junior, A. V. Rezende, T. S. Filgueiras, P. E. Nogueira. 1998. Flora vascular do cerrado. In: S. M. Sano & S. P. de Almeida (Ed.), Cerrado, Ambiente e Flora. EMBRAPA, Planaltina, DF.

Mittermeier, R.A., N. Myers & C. G. Mittermeier. 1999. Hotspots - Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX, Conservation International. Agrupación Serra Madre, Mexico City.

Mittermeier R.A, P. Robles Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoreux & G.A.B. Da Fonseca (2005) Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Threatened Terrestrial Ecoregions. CEMEX, Mexico.

MMA. 2005. Estudo da Regional da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia Minuta do Caderno Regional. Programa de Estruturação Institucional para a Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos - BRA/OEA/01/002. Brasília-DF

Myers, N.; R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Neter, J, M. H. Kutner, C. J. Nachtsheim & W. Wasserman. 1996. Applied linear statistical models. Irwin, Chicago, Illinois, USA.

Noss, R. F., C. Carroll, K.Vance-Borland & G. Wuerthner. 2002. A multicriteria assessment of the irreplaceability and vulnerability of sites in the Greater Yellowstone Ecosystem. *Conservation Biology* 16: 895-908.

Primack, R. B. & E. Rodrigues. 2001. *Biologia da Conservação*. Midiograf, Londrina.

Ratter, J. A., J.F. Ribeiro & S. Bridgewater. 1997. The brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany* 80: 223-230.

Ratter, J. A., S. Bridgewater & J.F. Ribeiro. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III. Comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60: 57-109.

Ribeiro, J.F. & B.M.T. Walter. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 89-166. In: S.M. Sano & S.P. Almeida. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina, EMBRAPA/ Cerrados.

Scaramuzza, C.A. de M.; Machado, R.B.; Rodrigues, S.T.; Ramos Neto, M.B.; Pinagé, E.R.; Diniz-filho, J.A.F. 2005. Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade em Goiás. In: FERREIRA, L. G. (Ed.) Conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental em Goiás: Prioridades, estratégias e perspectivas. Goiânia. Disponível em: <http://www.protectedareas.info/upload/document/priorityareasgoiasstatebrazil.pdf>. Acessado em agosto de 2008.

Silva, J.F., M.R. Farinas, J.M. Felfili & C.A. Klink. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33: 536-548.

Soberón, J. 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, 10: 1115–1123

Surangi, W.P., G. Eschel & J.C. McElwain. 2008. The influence of climate on the spatial patterning of Neotropical plant families. *Journal of Biogeography* 35: 117–130.

Veiga Filho, L. 2004. Na trilha do grão. *Safra: revista do agronegócio*, 61, 32-36.

Zar, J.H. 1999. *Bioestatistical Analysis*. 4th. Prentice-Hall. New Jersey.



**APÊNDICE -A:** Lista de espécies analisadas nas regiões do Distrito Federal e nos Estados de Goiás e Tocantins.

<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich in DC.
<i>Amaioua corymbosa</i> Kunth
<i>Amaioua guianensis</i> Kunth
<i>Amaioua intermedia</i> Mart. in Schult.,
<i>Augusta longifolia</i> (Spreng.) Rehder
<i>Bathysa cuspidata</i> (A. St. Hil.) K. Schum.
<i>Bertiera guianensis</i> Aubl.
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.
<i>Chiococca brachiata</i> Ruiz & Pav.
<i>Chomelia obtusa</i> Cham & Schltldl.
<i>Chomelia parviflora</i> Muell. Arg.
<i>Chomelia pohliana</i> Muell. Arg.
<i>Chomelia ribesoides</i> Benth. ex A. Gray
<i>Coccocypselum aureum</i> (Spreng.) Cham. & Schltldl.
<i>Coccocypselum erythrocephalum</i> Cham. & Schltldl.
<i>Coccocypselum hasslerianum</i> Chodat
<i>Coccocypselum hirsutum</i> Bartl. ex DC.
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
<i>Coccocypselum lyman-smithii</i> Standl.
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze
<i>Cordia humilis</i> (K.Schum.) Kuntze
<i>Cordia macrophylla</i> (K. Schum.) Kuntze
<i>Cordia myrciifolia</i> (K. Schum.) C. Perss. & Delprete
<i>Cordia rigida</i> (K. Schum.) Kuntze
<i>Cordia sessilis</i> (Vell.) Kuntze
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Benth. & Hook. f. ex Muell. Arg.
<i>Coussarea cornifolia</i> (Benth.) Benth. & Hook.
<i>Coussarea hydrangeifolia</i> (Benth.) Benth. & Hook. f. ex Muell. Arg.
<i>Coussarea platyphylla</i> Muell. Arg.
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.
<i>Declieuxia aspalathoides</i> Muell. Arg.
<i>Declieuxia cordigera</i> Mart. & Zucc. ex Schult. & Schult.
<i>Declieuxia dasyphylla</i> K. Schum. ex Steyerem.
<i>Declieuxia fruticosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Kuntze
<i>Declieuxia lancifolia</i> Kirkbr.
<i>Declieuxia lysimachoides</i> Mart. & Zucc. ex Schult. & Schult.
<i>Declieuxia oenanthioides</i> Mart. & Zucc. ex Schult. & Schult.
<i>Declieuxia verticillata</i> Muell. Arg.
<i>Duroia prancei</i> Steyerem.
<i>Emmeorrhiza umbellata</i> (Spreng.) K. Schum.
<i>Faramea bracteata</i> Benth.
<i>Faramea calyciflora</i> A. Rich. in DC.
<i>Faramea cyanea</i> Muell. Arg.
<i>Faramea</i> cf. <i>glandulosa</i> Poepp. & Endl.
<i>Faramea multiflora</i> A. Rich. in DC.
<i>Faramea nitida</i> Benth.
<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich. in DC.
<i>Faramea warmingiana</i> Muell. Arg.
<i>Ferdinandusa elliptica</i> Pohl

<i>Ferdinandusa speciosa</i> Pohl
<i>Galianthe angustifolia</i> (Cham. & Schltldl.) E. Cabral
<i>Galianthe centranthoides</i> (Cham. & Schltldl.) E. Cabral
<i>Galianthe fastigiata</i> Griseb.
<i>Galianthe grandifolia</i> E. Cabral
<i>Galianthe lanceifolia</i> E. Cabral
<i>Galianthe laxa</i> (Cham. & Schltldl.) E.L. Cabral
<i>Galianthe liliifolia</i> (Standl.) E. Cabral
<i>Galianthe longisepala</i> E. Cabral
<i>Galianthe macedoi</i> E. Cabral
<i>Galianthe peruviana</i> (Pers.) E. Cabral
<i>Galianthe ramosa</i> E. Cabral
<i>Galianthe verbenoides</i> (Cham. & Schltldl.) Griseb.
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.
<i>Galium noxium</i> (St. Hil.) Dempster
<i>Genipa americana</i> L.
<i>Geophila repens</i> (L.) Johnst.
<i>Gonzalagunia dicocca</i> Cham. & Schlectdl.
<i>Guettarda burchelliana</i> Muell. Arg.
<i>Guettarda pohliana</i> Muell. Arg.
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltldl.
<i>Hamelia patens</i> Jacq.
<i>Ixora brevifolia</i> Benth.
<i>Ixora</i> sp. nov. 1
<b><i>Ixora</i> sp. nov. 2</b>
<i>Ladenbergia cujabensis</i> Klotsch in Hayne
<i>Limnosipanea erythreoides</i> (Cham.) K. Schum.
<i>Limnosipanea palustris</i> (Seem.) Hook. f.
<i>Limnosipanea spruceana</i> Hook. f.
<i>Machaonia acuminata</i> Bonpl.
<i>Machaonia brasiliensis</i> (Humb.) Cham. & Schltldl.
<i>Malanea macrophylla</i> Bart. ex Griseb.
<i>Manettia cordifolia</i> Mart.
<i>Manettia irwinii</i> Steyerem.
<i>Manettia luteo-rubra</i> (Vell.) Benth.
<i>Mitracarpus eritricoides</i> Standl.
<i>Mitracarpus frigidus</i> (Willd.) K. Schum.
<i>Mitracarpus hirtus</i> (L.) DC.
<i>Mitracarpus microspermum</i> K. Schum.
<i>Mitracarpus parvulus</i> K. Schum.
<i>Mitracarpus scabrellus</i> Benth.
<b><i>Mitracarpus stejernarkii</i> E.L. Cabral</b>
<b><i>Oldenlandia corymbosa</i> L.</b>
<b><i>Oldenlandia lancifolia</i> (Schumach.) DC.</b>
<b><i>Oldenlandia salzmännii</i> (DC.) Benth. &amp; Hook. f.</b>
<i>Oldenlandia</i> sp. 1

<b>Paederia brasiliensis (Hook. f.) Puff</b>
<b>Pagamea glabrescens (Benth.) Vicentini</b>
<b>Pagamea guianensis Aubl.</b>
<b>Pagamea plicata Spruce ex Benth.</b>
<b>Palicourea coriacea (Cham.) K. Schum.</b> <b>[douradinha]</b>
<i>Palicourea crocea</i> (Sw.) Roem. & Schult. [falsa-erva-de-rato]
<i>Palicourea guianensis</i> Aubl.
<i>Palicourea macrobotrys</i> (Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.
<i>Palicourea marcgravii</i> A. St. Hil. [erva-de-rato]
<b>Palicourea officinalis Mart.</b>
<i>Palicourea rigida</i> Kunth [bate-caixa, coto-coto]
<b>Palicourea urbaniana Standl. [falsa-douradinha; Chapada dos Veadeiros]</b>
<b>Perama hirsuta Aubl.</b>
<b>Posoqueria latifolia (Rudge) Roem. &amp; Schult.</b>
<b>Posoqueria longiflora Aubl.</b>
<i>Psychotria anceps</i> Kunth
<i>Psychotria brachybotria</i> Muell. Arg.
<i>Psychotria bracteocardia</i> (DC.) Muell. Arg.
<i>Psychotria capitata</i> Ruiz & Pav.
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.
<i>Psychotria colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Muell. Arg.
<i>Psychotria hoffmannseggiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Muell. Arg.
<i>Psychotria lupulina</i> Benth.
<i>Psychotria mapourioides</i> DC.
<i>Psychotria officinalis</i> (Aubl.) Raeusch. ex Sandw..
<i>Psychotria platypoda</i> DC.
<i>Psychotria poeppigiana</i> Muell. Arg.
<i>Psychotria prunifolia</i> (Kunth) Steyerem.
<i>Psychotria racemosa</i> Rich.
<i>Psychotria rupestris</i> Muell. Arg.
<i>Psychotria stachyoides</i> Benth.
<i>Psychotria stipulosa</i> Muell. Arg.
<i>Psychotria subundulata</i> Benth.
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.
<i>Psyllocarpus goiasensis</i> J.H. Kirkbr.
<b>Psyllocarpus phyllocephalus K. Schum.</b>
<b>Psyllocarpus schwackei K. Schum.</b>
<i>Randia calycina</i> Cham.
<i>Randia nitida</i> (Kunth) DC.
<i>Retiniphyllum kuhlmannii</i> Standl.
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steudel
<i>Richardia scabra</i> L.
<i>Rosenbergiodendron longiflorum</i> (Ruiz. & Pav.) Fagerl.
<b>Rudgea burchelliana Muell. Arg.</b>
<b>Rudgea cornifolia (Kunth) Standl.</b>
<b>Rudgea discolor Benth.</b>
<b>Rudgea erythrocarpa Muell. Arg.</b>
<i>Rudgea goyazensis</i> Muell. Arg.
<i>Rudgea jacobinensis</i> Muell. Arg.
<i>Rudgea lacerostipula</i> K. Schum.
<i>Rudgea longiflora</i> Benth.

<i>Rudgea myrsinifolia</i> Benth.
<i>Rudgea obtusa</i> Standl.
<i>Rudgea parvifolia</i> (Cham.) Muell. Arg.
<i>Rudgea viburnoides</i> (Cham.) Benth.
<i>Rustia formosa</i> (Cham. & Schltld. ex DC.) Klotzsch
<b>Sabicea brasiliensis Wernh.</b>
<i>Sabicea grisea</i> Cham. & Schltld.
<i>Sabicea humilis</i> S. Moore
<i>Sabicea villosa</i> Willd. ex Roem. & Schult.
<i>Simira corumbensis</i> (Standl.) Steyerem.
<i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerem.
<b>Sipanea hispida Benth. ex Wernh.</b>
<b>Sipanea veris S. Moore.</b>
<b>Spermacoce alata Aubl.</b>
<i>Spermacoce burchellii</i> (E.L. Cabral & Bacigalupo) Delprete
<b>Spermacoce capitata Ruiz. &amp; Pav.</b>
<b>Spermacoce crispata (K. Schum.) Delprete</b>
<i>Spermacoce cupularis</i> (DC.) Delprete
<b>Spermacoce dasycephala (Cham. &amp; Schltld.) Delprete</b>
<b>Spermacoce dimorpha (J.H. Kirkbr.) Delprete</b>
<b>Spermacoce eryngioides (Cham. &amp; Schltld.) Kuntze</b>
<b>Spermacoce flavovirens (Bacigalupo &amp; E.L. Cabral) Delprete</b>
<b>Spermacoce incognita (Cabral) Delprete</b>
<b>Spermacoce irwiniana (E.L. Cabral) Delprete</b>
<b>Spermacoce latifolia Aubl.</b>
<i>Spermacoce multiflora</i> (DC.) Delprete
<b>Spermacoce neohispida Govaerts</b>
<b>Spermacoce neotenuis Govaerts</b>
<i>Spermacoce ocymifolia</i> Willd. ex Roem. & Schult.
<i>Spermacoce ovalifolia</i> (M. Martens & Galeotti) Hemsl.
<i>Spermacoce poaya</i> A. St. Hil.
<i>Spermacoce pulchristipula</i> (Bremek.) Delprete
<i>Spermacoce pumila</i> (DC.) Pohl ex B.D. Jacks.
<b>Spermacoce reflexa (J.H. Kirkbr.) Govaerts</b>
<b>Spermacoce scabiosoides (Cham. &amp; Schltld.) Kuntze</b>
<b>Spermacoce schumanniana (Taub.) Govaerts</b>
<b>Spermacoce simplicicaulis (K. Schum. ex Sucre) Govaerts</b>
<b>Spermacoce suaveolens (G.F. Meyer) Kuntze</b>
<i>Spermacoce tenella</i> Kunth
<i>Spermacoce tocantinsiana</i> (E.L. Cabral & Bacigalupo) Delprete
<i>Spermacoce verticillata</i> L.
<i>Spermacoce vulpina</i> (Standl.) Govaerts
<i>Spermacoce wunschmannii</i> (K. Schum.) Kuntze
<i>Staelia aurea</i> K. Schum.
<i>Staelia capitata</i> K. Schum.
<i>Staelia galioides</i> DC.
<i>Staelia lanigera</i> (DC.) K. Schum.

<b><i>Staelia vestita</i> K. Schum.</b>
<b><i>Staelia virgata</i> (Willd. ex Roem. &amp; Schult.) K. Schum.</b>
<b><i>Tocoyena brasiliensis</i> Mart.</b>
<b><i>Tocoyena formosa</i> (Cham. &amp; Schltdl.) K. Schum.</b>
<i>Uncaria guianensis</i> Aubl.
<i>Warszewiczia longistaminea</i> K. Schum.
<i>Warszewiczia schwackei</i> K. Schum.

**APÊNDICE -B:** Sobreposição do mapa de riqueza observada em quadrículas de 0,5 x 0,5 grau e das áreas prioritárias de conservação definidas por Scaramuzza et al. (2005).

