

Delimitação Fito Fisionômica do Cerrado no Norte de Minas Gerais: Utilizando Técnicas de Fotointerpretação

MarileyGoncalves Borges¹
Marcos Esdras Leite¹
Manoel Reinaldo Leite¹

¹Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES
Caixa Postal 126 - 39401-089 - Montes Claros – MG - Brasil
{marileigoncalvesborges, marcosesdrasleite, leitemanoelreinaldo}@gmail.com

Abstract. The application of image interpretation techniques is essential in remote sensing because it allows the interaction of the interpreter and analysis of the elements contained in the image. This technique applied to the physiognomy of the Cerrado delimitation allows locate it and distinguish it from other vegetation types. The cerrado is considered a biodiversity hotspot, it has a diversity of animals and plants that are important to people living in this biome. Among the native species of the Cerrado, the pequi is a kind of great historical and economic importance, protected by law and cutting vetoed. In this sense, aiming to further identify and map the pequi occurrence areas in the North of Minas Gerais, the objective of this work is to define the physiognomy of the Cerrado to the detriment of others for the purpose of demarcating the area of research. This work is important because through this, we can identify areas of pequi and as a result, the monitoring of the species. It was found that the savanna areas have the same characteristics in different seasons, however the areas corresponding to Mata Seca and Rupestres fields have different shades and texture with winter compared to the summer and winter is the time of year to delimit the Dry Forest areas in the satellite image because of its deciduousness.

Palavras-Chave: remote sensing, Cerrado, Dry Forest, sensoriamento remoto, Cerrado, Mata Seca.

1. Introdução

O Cerrado é um bioma que ocupa cerca de 2.036.448 dekm² do território brasileiro, isto é 22% (MMA, *s/d*). Encontra-se presentes nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Maranhão e Piauí, totalizando 10 estados brasileiros e o Distrito Federal (SANO, et. al 2008).

No Estado de Minas Gerais, aproximadamente 333.777,1 km² de seu território é composto pelo bioma Cerrado, este por sua vez, possui uma variedade de espécie vegetal, como o Caryocar Brasiliense, Hancornia speciosa, Eugenia dysenterica, Anacardium humile, Annona crassifolia, dentre outras, que são espécies típicas do Cerrado brasileiro. Além disso, possui uma diversidade de espécies animais e também de populações tradicionais que vivem nesta área e que utilizam os recursos naturais existentes (MMA, *s/d*). Entretanto, mesmo com esta rica biodiversidade é uma região que vem sendo bastante desmatada para a implantação de monoculturas, pastagens e agricultura irrigada, conforme destacado por Espírito-Santo, et. al (2016).

Deve se destacar, dentre as atividades econômicas existentes na área de cerrado do Norte de Minas, o extrativismo vegetal do Caryocar Brasiliense (Pequi). Pois seu fruto (o Pequi) apresenta potencial de derivação em polpa, licor, soro, castanha entre outros que podem ser utilizados como fonte de renda (ESPÍRITO-SANTO, et. al 2016).

Em função desta realidade foi elaborado o projeto “Extrativismo do Pequi em Minas Gerais: Potencial Produtivo, Aspectos Culturais e Ambientais, Socioeconomia e Organização Comunitária”. Este projeto foi elaborado pelos departamentos de Geociências e Ciências

sociais aplicadas da Universidade Estadual de Montes Claros e financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais –FAPEMIG. Na realidade trata-se de um grande projeto que se subdivide em três, dentre os subprojetos destaca-se o subprojeto “Mapeamento por Sensoriamento Remoto das Áreas de Ocorrência de Pequiizeiro Em Minas Gerais” cujo objetivo geral é Mapear áreas de ocorrência de população de espécie de pequiizeiro na mesorregião Norte de Minas Gerais.

Este objetivo se justifica uma vez que a situação de distribuição espacial do pequiizeiro, o qual apresenta um grande potencial de exploração econômica, no estado de Minas Gerais é desconhecida por completo. Isso se deve em grande parte à dimensão geográfica do Bioma Cerrado, que é a área de ocorrência do pequiizeiro.

Outro ponto a ser considerado é o fato de que a mesorregião do Norte de Minas Gerais se encontra em zonas de transição entre o bioma Cerrado e o os domínios de Floresta Estacional Decidual e Semidecidual. Os mapeamentos oficiais dos biomas brasileiros são realizados em escalas nacionais fato que implica em generalizações cartográficas dos limites e dos seus aspectos controladores entre os domínios do cerrado e dos demais biomas.

No Norte de Minas, em função das bordas dos domínios serem evidentes os erros de classificação de escalas muito pequenas também se evidenciam, esse problema pode ser demonstrado em números já que para o IBGE (2004) a área classificada como cerrado ocupa cerca de 81% da mesorregião. Trabalhos regionais realizados com produtos orbitais de média resolução espacial, como os trabalhos de Scolforo e Carvalho (2006) e Leite et al (2011), indicam valores de áreas da ordem de 50 a 60%.

Esta discrepância entre os limites dos biomas acarreta problemas para a execução do objetivo do projeto “Mapeamento por Sensoriamento Remoto das Áreas de Ocorrência de Pequiizeiro Em Minas Gerais” uma vez que ao assumir como verdade o limite dos biomas oficiais, elaborados em escala nacional, para a região do Norte de Minas, erros grosseiros podem onerar o tempo em campo e diluir a precisão esperada pelo projeto.

Nesse sentido, visando posteriormente mapear as áreas de ocorrência de pequiizeiro no Norte do estado de Minas Gerais, o objetivo deste trabalho é delimitar a fitofisionomia do cerrado em detrimento das demais para efeito de demarcar a área da pesquisa. Este trabalho é importante pois através deste, poderemos identificar as áreas de pequiizeiro e consequentemente, o monitoramento da espécie.

2. Metodologia de Trabalho

Localização da Área de Estudo

O Norte de Minas encontra-se localizado entre as coordenadas de 14°0’00” e 18°0’00” de latitude sul e entre 42°0’00” e 46°0’00” de longitude oeste (figura 1). A área que corresponde a região é de 128.431,13 km² ou seja, 22% da área do estado de Minas Gerais, conforme os dados do IBGE (2010). Esta mesorregião é limítrofe na porção norte com o estado da Bahia, a leste com o Vale do Jequitinhonha, a oeste com o Noroeste de Minas e ao sul com a mesorregião Central Mineira.

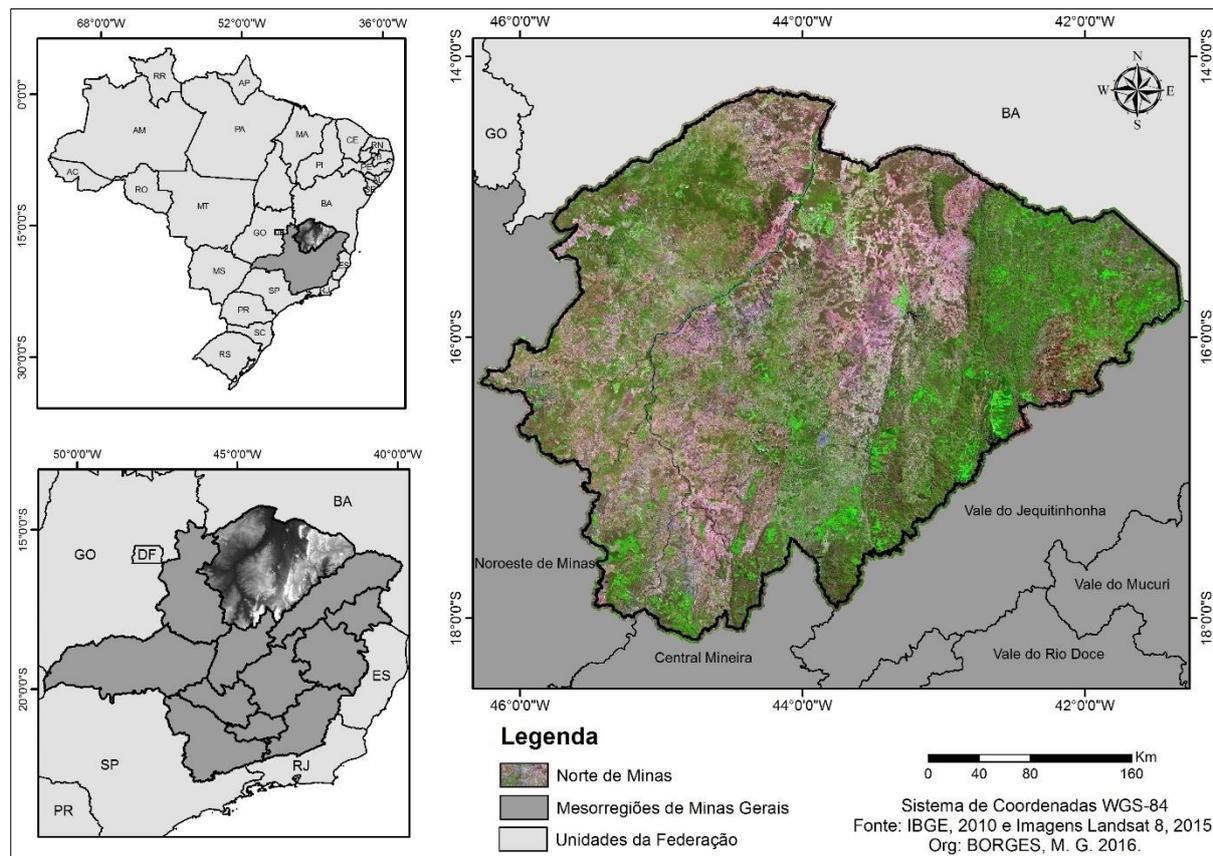


Figura 1: Localização da região do Norte de Minas - MG

A mesorregião do Norte de Minas é composta por três biomas conforme destacado pelo IBGE (2004) denominados de Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga. O cerrado compreende 81% da região, a Mata Atlântica 10% e a Caatinga 9%. A região apresenta três bacias hidrográficas de destaque, a do São Francisco, Jequitinhonha e do Rio Pardo.

Procedimentos Técnicos Operacionais

Através do *sitedo* Instituto Nacional de Pesquisas espaciais - INPE adquiriu-se as imagens do sensor TM do satélite Landsat 5 do ano de 2009 e Imagens do sensor OLI do Satélite Landsat 8 referente do ano de 2015 (inverno e verão), ambos referentes ao Norte de Minas. Foram também adquiridas imagens do sensor MODIS de 2015 que compreende o estado de Minas Gerais no site da *United States Geological Survey – USGS*.

Posteriormente foi adquirido o Modelo Digital de Elevação (MDE) do Projeto TOPODATA disponível no site do Instituto Nacional de Pesquisas espaciais (INPE) e os limites territoriais dos estados e municípios que seriam utilizados neste trabalho, no *site* do IBGE.

Após a aquisição das imagens de satélites, inseriu-as no software Arc Gis 10.2.1 e realizou a composição espectral das imagens através da ferramenta *Composit Bands*, em seguida, georreferenciou a imagem do Landsat 5 com imagem do Landsat 8, uma vez que, esta última já vem georreferenciada, assim como as imagens do sensor MODIS, este procedimento foi realizado através da ferramenta *Georeferencing*.

Logo após, com intuito de gerar a junção das cenas fez-se um mosaico das imagens através do *Mosaic To New Raster* e por último fez o recorte da área utilizando a ferramenta *Extract By Mask do Spatial Analyst Tools* das imagens de 2009 (Landsat) e 2015 (Landsat e MODIS).

Para efeito de delimitar a fitofisionomia do cerrado, utilizou-se a imagem do satélite Landsat do ano de 2015, as bandas 3 (0,53 – 0,59 μm), 4 (0,64 – 0,69 μm) e 5 (0,85 – 0,88 μm), e através da técnica de fotointerpretação adotou como principais elementos de análise a tonalidade, textura, forma e estruturabaseados principalmente em Panizza e Fonseca (2011) e através do processo de vetorização delimitou as áreas de interseção do Cerrado com as demais fitofisionomias.

Por último, através do MDE coletou algumas amostras da imagem a fim de descrevermos as características observadas no processo de fotointerpretação e traçamos alguns perfis topográficos em diferentes locais da imagem, para demonstrar a diferenciações da elevação entre as fitofisionomias. E através do levantamento de campo realizado, pode-se verificar *in loco* a compatibilidade dos elementos interpretados na imagem de satélite.

É importante ressaltar que a imagem do Landsat 5 foi somente utilizada para efeito de visualização, uma vez que, utilizando a Composição Espectral com Falsa Cor, as áreas de Mata Seca ficaram mais evidentes no *Layout*, assim também como as imagens do sensor MODIS.

3. Resultados e Discussão

Com o intuito de efetuar a delimitação Fitofisionômica do cerrado no Norte de Minas, algumas amostras do Cerrado/Floresta Estacional Decidual foram coletadas para demonstrar a diferença entre estas coberturas do solo na imagem de satélite. Foram também traçados os perfis topográficos destas amostras a fim de evidenciar que o fator que controla estas fitofisionomias é a altitude, ou seja, as áreas de cerrado normalmente encontram-se situadas em áreas mais elevadas que a Mata Seca.

Através da análise das imagens de satélite do inverno e verão de 2015, é possível perceber a diferenciação da Floresta Estacional Decidual entre estas duas estações. No inverno a sua coloração é em tons de marrom/rosa e no verão é verde. Este fator ocorre devido à queda de suas folhas no inverno e a sua regeneração no verão.

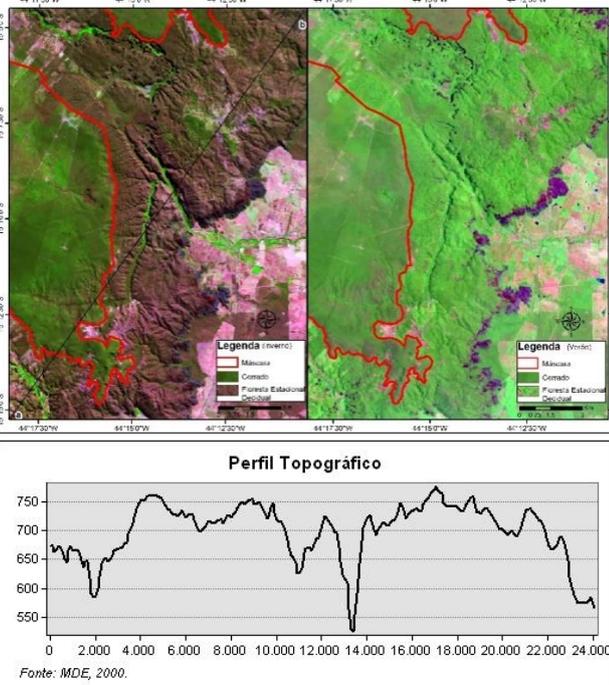
Além da tonalidade, a Floresta Estacional Decidual apresenta outras características que a distingue do cerrado, por exemplo, a textura, forma e estrutura. A sua textura normalmente é rugosa e áspera no inverno e grosseira no verão e apresenta formatos arredondadas e/ou retilíneos e estrutura reticulado, conforme visualizado no quadro 1.

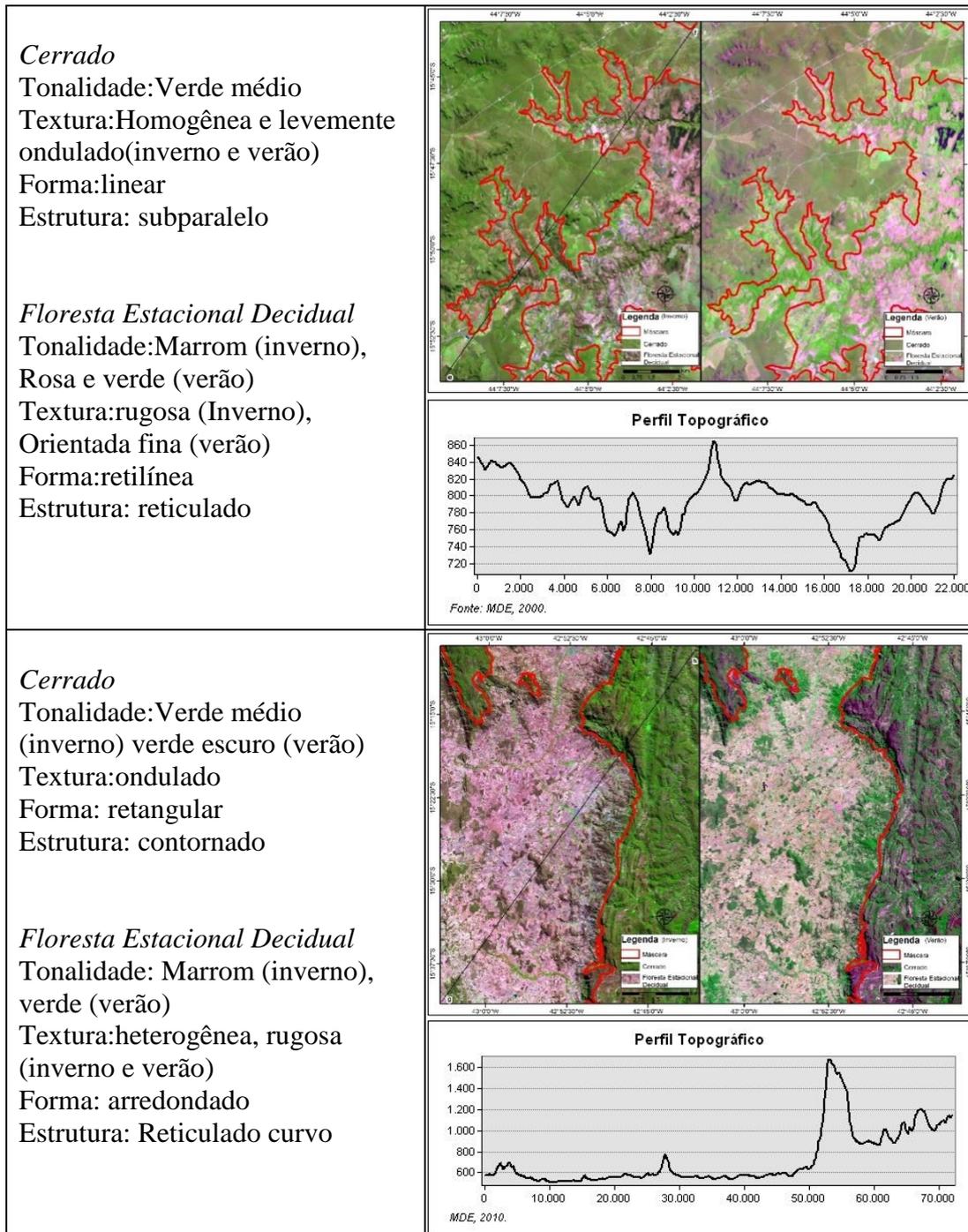
Outra fitofisionomia destacada foram os Campos Rupestres, este por sua vez, embora seja considerado um tipo de Cerrado (IBGE, 2012), foi distinguido do Cerrado porque conforme os levantamentos de campo realizados no Norte de Minas, não temos área de ocorrência de pequiheiro em Campos Rupestres (que é o enfoque posterior da pesquisa).

Conforme os dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa (s/d) os Campos Rupestres estão localizados em áreas mais elevadas do Cerrado, isto é, áreas superiores a 900 metros de altitude. Outras características apresentadas dos Campos Rupestres na imagem foram a textura ondulada no inverno, e no verão além de ondulada apresenta textura grosseira e em ambas as estações apresenta formato arredondado e estrutura reticulado.

Quanto ao Cerrado, pode-se perceber que este apresenta tonalidade verde, textura homogênea, lisa e levemente ondulado. Sua forma é linear ou arredondado e em sua maioria apresenta estruturas contornadas, estas características independem das estações do ano—Quadro 1.

Quadro 1: Descrição das Amostras para a Delimitação da Fitofisionomia do Cerrado

DESCRIÇÃO	AMOSTRAS
<p><i>Cerrado</i> Tonalidade: Verde Textura: Homogênea, lisa Forma: linear Estrutura: Paralela</p> <p><i>Floresta Estacional Decidual</i> Tonalidade: Marrom (inverno), verde (verão) Textura: Rugosa, áspera (inverno) Grosseira (verão) Forma: arredondado Estrutura: Reticulado</p>	 <p>Perfil Topográfico</p> <p>Fonte: MDE, 2000.</p>
<p><i>Cerrado</i> Tonalidade: Verde médio (inverno) verde escuro (verão) Textura: heterogênea, ondulado Forma: arredondado Estrutura: Contornado</p> <p><i>Campo Rupestre</i> Tonalidade: Verde escuro (inverno), Roxo (verão) Textura: ondulado (inverno), ondulado e grosseira (verão) Forma: arredondado Estrutura: Reticulado</p>	 <p>Perfil Topográfico</p> <p>Fonte: MDE, 2000.</p>



Org: BORGES, M. G. 2016.

Esta distinção (Cerrado, Floresta Estacional Decidual e Campo Rupestre) foi realizada com o intuito de auxiliar no Projeto “Extrativismo de Pequi em Minas Gerais: Potencial Produtivo, Aspectos Culturais e Ambientais, Socioeconomia e Organização Comunitária”. Nesse sentido, ao delimitar as áreas da fitofisionomia do Cerrado poderemos analisar as áreas possíveis de ocorrência do pequi na região. É importante destacar que esta máscara ainda está em fase de construção e detalhes ainda devem ser acrescentados a ela como forma de melhorar sua precisão. Do ponto de vista quantitativo constatou-se que a área correspondente a fitofisionomia do Cerrado no Norte de Minas é de 81.069,56 km², isto é, 63% da área da região e 37% referem-se às áreas de Mata Seca e Campo Rupestre.

Nesse caso, temos uma redução de 18% daquilo que o IBGE denomina de Bioma Cerrado. É preciso frisar, neste contexto, que não o consideramos como limite do bioma a delimitação realizada, porque para se ter um bioma não são considerados apenas a cobertura vegetal, mas também os solos, a fauna, dentre outros fatores. Nesse sentido, consideramos aqui como delimitação fitofisionômica, uma vez que, queremos apenas discernir a área de incidência do Cerrado.

Tendo como base o limite dos Biomas do IBGE, a maior diferença entre os limites ocorre na área central da região, em que o IBGE considera como Bioma Cerrado uma extensa área de Mata Seca, o mesmo fato ocorre no noroeste, com extensões menores. Na porção nordeste desta região, reconhecemos algumas áreas de Cerrado dentro de uma área considerada pelo IBGE como Mata Atlântica, assim também como também no extremo norte uma área de Cerrado que em sua maioria é considerado pelo IBGE como área de Caatinga – Figura 2.

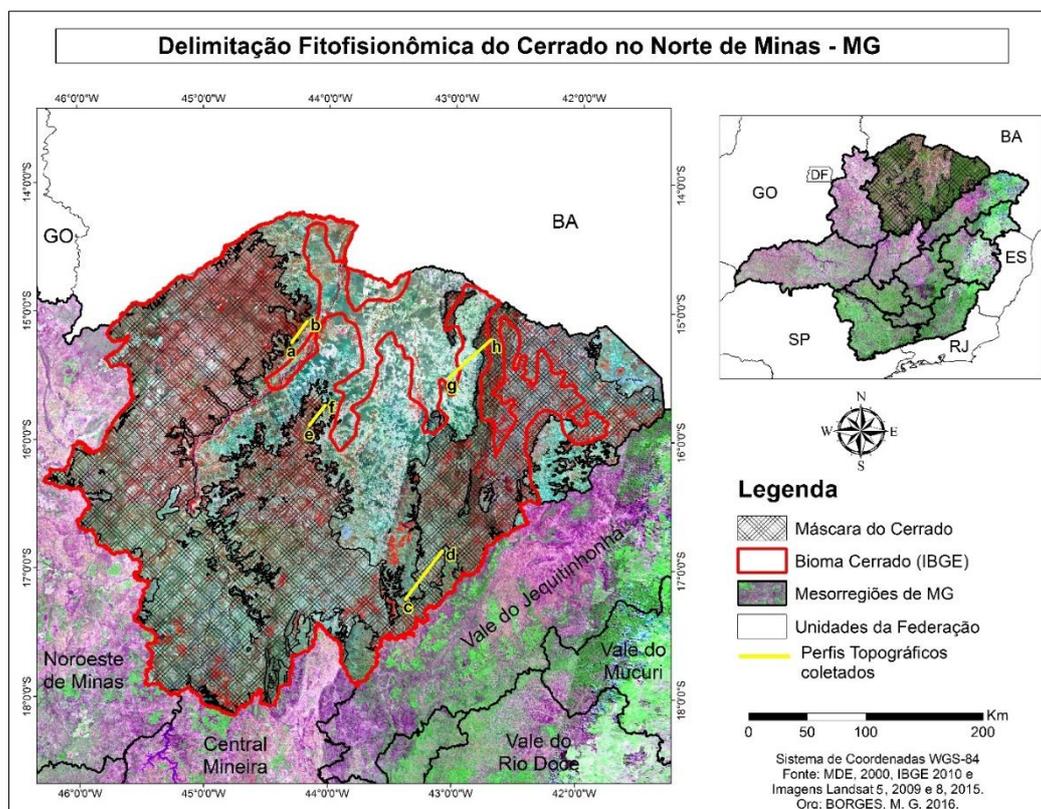


Figura 2: Delimitação Fitofisionômica do Cerrado no Norte de Minas Gerais

Devemos destacar que o limite de Bioma do IBGE está em uma escala de 1: 5.000.000 e o objetivo ao fazer esta aproximação conforme denominado pelo IBGE (2004) foi para contribuir na efetivação de políticas públicas e a efetiva fiscalização por parte da população.

Nesse sentido, não visamos neste trabalho afirmar se o IBGE está certo ou errado, somente pretendemos delimitar a fitofisionomia do cerrado para auxiliar no nosso objeto de pesquisa, apenas consideramos o limite de bioma criado pelo IBGE no 2004 como suporte para realizar o nosso trabalho.

4. Conclusões

Com o auxílio da fotointerpretação foi possível delimitar a fitofisionomia do Cerrado das demais através de atributos como a cor, forma, textura e estrutura. As áreas de Cerrado apresentam atributos como tonalidade verde, forma lisa, homogênea, apresentam estruturas

contornadas e textura linear em elevações médias e arredondado em maiores elevações. Estas características são independentes da estação do ano (inverno e verão), e esta fitofisionomia encontra-se localizadas em áreas mais elevadas. Quanto as áreas de Mata Seca a sua tonalidade são em tons de marrom/rosa com textura rugosa e áspera no inverno e no verão a sua tonalidade é verde e textura grosseira, apresenta formatos arredondadas e/ou retilíneos e estrutura reticulado.

Nesse sentido, para delimitar as fitofisionomias através das imagens de satélite, as técnicas de interpretação visual são fundamentais e essenciais, uma vez que, permite ao usuário identificar, analisar e correlacionar os diferentes elementos existentes na imagem e delimitar sua área de ocorrência.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e pela Bolsa de Incentivo à Pesquisa.

Referências Bibliográficas

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioma Cerrado: Vegetação Campestre**. Brasília – DF. S/D. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_39_911200585233.html>. Acesso em: Outubro de 2016.

ESPÍRITO-SANTO, Mário Marcos do. ; et al. ; Understanding atterns of land-cover change in the Brazilian Cerrado from 2000 to 2015. **Philosophical Transactions - Royal Society**. Biological Sciences. 2016. Disponível em: <<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/371/1703/20150435>>. Acesso em: Outubro de 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: Outubro de 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da vegetação Brasileira**. 2012. 2ª ed. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em: Outubro de 2016.

LEITE et al., **Sensoriamento remoto como suporte para quantificação do desmatamento de floresta estacional decidual no Norte de Minas Gerais**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.8583.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. s/d. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: Outubro de 2016.

PANIZZA, Andrea de castro. FONSECA, Fernanda Pandovesi. Técnicas de Interpretação Visual de imagens. **Revista GEOUSP - Espaço e Tempo**. São Paulo. 2011. p. 30-43. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/viewFile/74230/77873>>. Acesso em: Outubro de 2016.

ROSA, Roberto.; **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7ª ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

SANO, Edson Eyji.; ROSA, Roberto. ; BRITO, Jorge Luís Silva. ; FERREIRA, Laerte Guimarães. ; Mapeamento Semidetalhado do Uso da Terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. 2008. v.43, p.153-156. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2008000100020>. Acesso em: Agosto de 2016.

SCOLFORO, J. R. S; CARVALHO, L. M. T. **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 288 p.