

## Uso de Isodata na análise multitemporal da expansão urbana sobre a área de proteção de manancial do Catetinho utilizando imagens Landsat TM

Felipe Vilarinho e Silva<sup>1</sup>  
Antônio Nuno de Castro Santa Rosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes – CEFTRU/UNB  
Caixa Postal 70919-970 – Brasília – DF, Brasil  
felipe.vilarinho@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade de Brasília – UNB  
Caixa Postal 70919-970 – Brasília –DF, Brasil  
nunocsr@gmail.com

**Abstract.** In an attempt to halt strategic water resources degradation for public water public supply, considering that these are increasingly threatened by uncontrolled urban expansion, there are in Distrito Federal the Watershed Protection Areas (APM). One of them, the APM of Catetinho, if employed, may jeopardize the public water supply in some locations of Distrito Federal. So, the aim of this paper is analyze the urban expansion on APM of Catetinho. The methodology to achieve the objective is based on four points: 1) images pre-processing: for radiometric distortions, the dark subtract method; and for geometric corrections UTM coordinate system, WGS-84 datum using and images register; 2) images stretch: linear stretch; 3) images analysis: Isodata classification and post-classification filtering; and 4) verification of the results observed. Ten images, between 2000 to 2010, from Landsat 5 satellite, Thematic Mapper sensor, supplied by INPE bank of images were used as materials. The results provided an improvement in quality of targets identification by stretch and atmospheric correction, just as post-classification filtering favored interpretation of classified clouds. The Isodata algorithm confused some types of use, but was no detected urban area in APM of Catetinho. Thus it was concluded that there is no significant urban pressure on APM, as urban equipments inside this area.

**Palavras-chave:** remote sensing, unsupervised classification, urban expansion, Isodata, sensoriamento remoto, classificação não-supervisionada, expansão urbana, Isodata.

### 1. Introdução

O abastecimento público de água é um serviço essencial à qualidade de vida urbana, por isso a importância de um sistema eficiente e que atenda as necessidades básicas. Dessa forma, para o abastecimento adequado, a necessidade em conservar os mananciais. Estes cada vez mais ameaçados pela expansão urbana desordenada, tornando os recursos hídricos escassos e inutilizáveis ao consumo humano.

O Distrito Federal apresenta uma realidade similar, seus mananciais estão ameaçados pela ocupação não adequada do solo (Nobre Jr., 2000). Isso poderá acarretar em sérios prejuízos ao abastecimento local de água. Conforme Campana (1998), o DF apresenta volume hídrico disponível per capita 1.537 m<sup>3</sup>/hab/ano, patamar que representa um estresse hídrico periódico regular e necessidade de monitoramento.

Então, na tentativa de coibir a degradação dos corpos hídricos estratégicos ao abastecimento, existem no DF as Áreas de Proteção de Mananciais (APM). Estas são destinadas à conservação, recuperação e manejo das bacias hidrográficas a montante dos pontos de captação da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), sem prejuízo das atividades e ações inerentes à competência de captar e distribuir água de boa qualidade e em quantidade suficiente para o atendimento da população (Distrito Federal, 2007).

Uma delas, objeto do estudo em questão, a APM do Catetinho, possui 909 ha destinados à conservação, recuperação e manejo de bacias hidrográficas a montante do ribeirão do Gama, ponto de captação da CAESB. Essa APM está inserida no sistema integrado do Rio Descoberto, responsável pelo abastecimento de 65% da população do Distrito Federal. Se vier a ser ocupada, poderá comprometer o abastecimento de água do Gama, Park Way e Santa Maria. A figura 1 delimita a área de estudo.

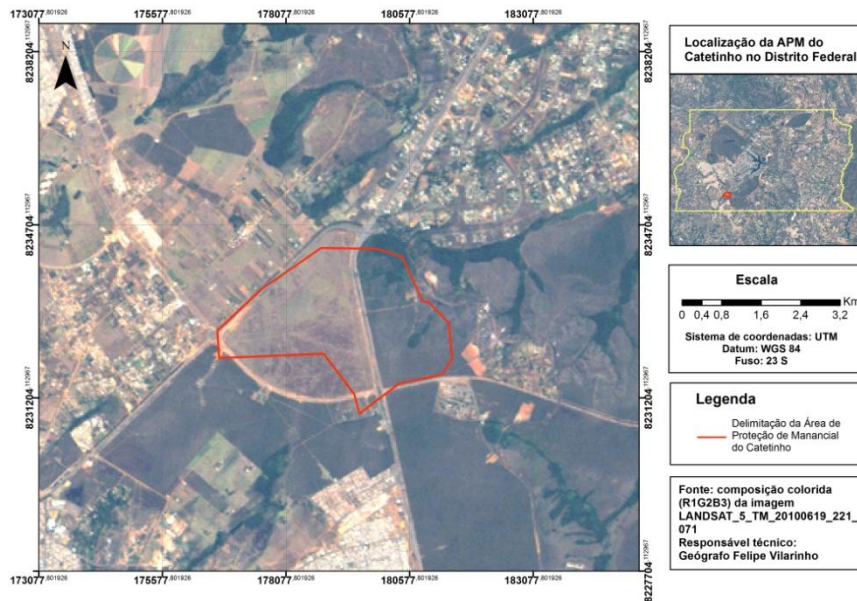


Figura 1. Delimitação da área de estudo.

## 2. Metodologia

A metodologia está dividida em quatro pontos principais: 1) pré-processamento das imagens; 2) realce de imagens; 3) análise de imagens e 4) verificação dos resultados observados.

### 2.1 Dados e ambiente computacional

Como materiais serão utilizadas dez imagens, entre os anos de 2000 e 2010 correspondentes à órbita 221/71, advindas do satélite Landsat 5, sensor Thematic Mapper (TM) fornecidas pelo banco de imagens do INPE. Para o registro, uma imagem base Landsat 5 TM de órbita 221/071, georreferenciada e ortoretificada, obtida no sítio do GLCF. Quanto ao ambiente computacional, uso dos softwares ArcMap 9.3.1 e ENVI 4.3 nos passos a seguir.

### 2.2 Composição colorida

Disposta da seguinte maneira: banda 1, azul; banda 2, verde e banda 3, vermelho. Conforme ENVI (2000), essa composição cria uma imagem de cores naturais.

### 2.3 Pré – processamento

Conforme Santos et al. (2010), o pré – processamento de imagens visa minimizar distorções radiométricas e geométricas. A primeira altera os níveis de cinza de cada elemento da imagem e a segunda a distribuição espacial dos elementos da imagem, afetando escala, afinidade, orientação, entre outras.

Para as distorções radiométricas utilizou-se o método de Chavez (1998), conhecido como *Dark Subtract* – subtração de pixels escuros. Seu mecanismo está baseado da seguinte maneira, qualquer cena ou banda espectral há pixels de valor zero, uma área de sombra por exemplo. No entanto, quando isso não ocorre, admite – se uma correspondência à influência atmosférica, sendo necessário subtrair esses níveis de cinza em todos os pixels da imagem.

Já na correção geométrica, será utilizado o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 23 S, e datum World Geodetic System 1984 (WGS-84). Ainda nessa fase, realizou-se o registro das imagens que, segundo Batistella e Quartaroli (2005), consiste no ajuste da grade de pixel a grade de outra imagem, nesse caso, a imagem base. Assim, foram coletados dez pontos de controle objetivando um erro médio quadrático menor que 20.

## **2.2 Realce de imagens**

Para Santos et al. (2010) o realce consiste em modificar níveis de cinza ou valores digitais de uma imagem, destacando informações conforme os objetivos. Objetiva melhorar a qualidade visual da imagem, aumentando a interpretação e a quantidade de informação segundo Quartaroli e Batistella (2005). Para a pesquisa optou-se pelo realce linear. Nessa técnica, as barras que formam o histograma da imagem de saída são espaçadas igualmente, visto que a função de transferência é uma reta. De acordo com Quartaroli e Batistella (2005), quanto maior a inclinação da reta, maior a expansão do contraste.

## **2.3 Análise de Imagens**

Essa fase está relacionada à extração de informações das imagens segundo Santos et al. (2010). Por isso, divide-se em duas partes, a classificação das imagens e a filtragem.

A classificação de objetos é realizada por suas assinaturas espectrais, e no caso da pesquisa, não-supervisionada. Segundo ENVI (2000), o método não-supervisionado permite a classificação sem qualquer conhecimento prévio do classificador sobre os atributos das classes e a área de estudo. No entanto existe pouco controle sobre a separação entre as classes.

O algoritmo não-supervisionado Isodata, método escolhido, se baseia na análise de agrupamentos onde são identificados nuvens formadas por pixels com características similares (Galvão e Meneses, 2005). E, conforme a heterogeneidade dessas nuvens, maior possibilidade de classes representadas (ENVI, 2000). Para o trabalho foram escolhidas dez classes. Ohata e Quintanilha (2005) ressaltam dois pontos importantes, primeiro, a escolha do número de classes, pois caso haja uma classe espectral extensa e poucas classes, o resultado da classificação se tornará deficitário. Além disso, para o Isodata, também é necessário definir as iterações, correspondentes ao número de vezes que o algoritmo rearranja os pixels de maneira a torná-los mais próximos conforme a similaridade de características dos pixels. Este critério impede que o sistema funcione por tempo excessivo ou looping indefinido, sem alcance do ponto convergente (Ohata e Quintanilha, 2005). Por isso, para a pesquisa foram escolhidas no máximo quinze iterações.

Após a classificação, a técnica de filtragem, relacionada à transformação da imagem pixel a pixel pela utilização de matrizes denominadas máscaras segundo Santos et al. (2010). O filtro escolhido, passa baixa-média 3x3, tem como efeito substituir o nível de cinza de um pixel pela média aritmética do pixel e dos seus vizinhos. Como principais vantagens – a manutenção das bordas, efeito de suavização e eliminação de ruídos. No entanto, alta probabilidade na perda de informações (ENVI, 2000).

### 3. Resultados e discussões

O primeiro resultado consistiu na diferença entre as imagens brutas e as processadas. O realce possibilitou uma melhoria na qualidade das imagens, com isso a identificação dos alvos se tornou mais evidente. Já a correção atmosférica, pelo método de subtração de pixels escuros, reduziu o efeito de espalhamento atmosférico na composição colorida escolhida. A figura 2 mostra as alterações.

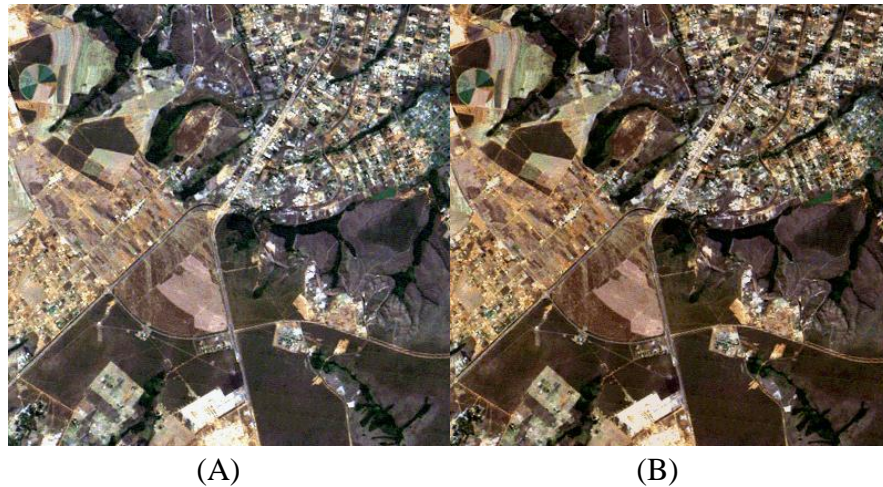


Figura 2. Imagem Landsat TM 1B2G3R: (A) não tratada; (B) e tratada por realce linear e correção atmosférica.

O segundo resultado na figura 3 demonstra o comparativo relacionado à filtragem. Conforme ENVI (2000), a imagem filtrada evidenciou a interpretação dos alvos, porém perdeu-se informação pela fusão dos pixels, porque como a técnica aglomera nuvens de características similares, pixels distintos inseridos nessas áreas foram descartados.

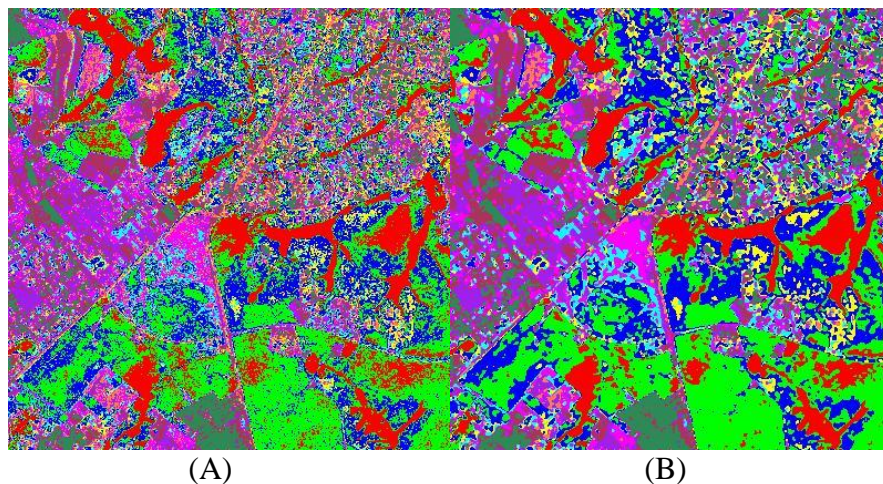


Figura 3. Classificação Isodata: (A) não filtrada; (B) filtrada

Por fim, o terceiro resultado com duas ressalvas importantes. Primeiro, apesar do uso de filtro nas imagens e escolha das classes pela classificação Isodata, a posterior identificação dessas classes se tornou trabalhosa. Segundo, a data de captura das imagens. O Clima do DF é

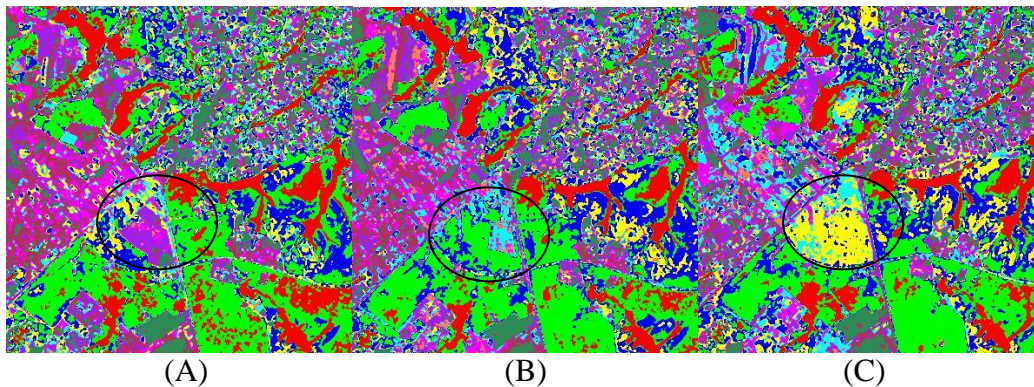
caracterizado por duas estações bem definidas: fria e seca de maio a setembro, e outra quente e chuvosa de outubro a abril segundo Godoy et al. (2009). Dentre as imagens da pesquisa, oito correspondem ao período seco e duas, 2002 e 2008, aos meses chuvosos. Quanto ao número de classes, apenas a imagem de 2009 apresentou nove classes.

Assim, as dez classes foram agrupadas da seguinte maneira: 1 – mata ciliar (vermelho), 2 – cerrado stricto sensu/ campo sujo (verde), 3- campo limpo (azul), 4- agricultura (amarelo), 5- agricultura (ciano), 6- agricultura (magenta), 7- agricultura (marrom), 8- mancha urbana (verde mar), 9 – solo exposto/ agricultura/ asfalto (violeta) e 10 – Asfalto/agricultura (coral). A tabela 1 e a figura 5, ambas na página oito, informações adicionais na compreensão dos resultados.

Conforme o algoritmo, nas três primeiras classes, correspondentes a diferentes fitofisionomias do cerrado, pequenas oscilações ocorreram. A análise multitemporal demonstrou homogeneidade no número de pontos. Uma média de 19.741 pontos para a classe 1, 34.291 para a classe 2 e 25.812 para a classe 3. A vegetação da imagem não diminuiu de maneira significativa e se encontra principalmente à sudeste das imagens.

A mancha urbana cresceu de 2003 até 2010. No entanto, em 2008, ocorreu uma queda brusca, de 9.318 no anterior para 5.271 pontos. Além disso, não se encontrou nas dez imagens áreas urbanas no perímetro da APM do Catetinho.

Seis classes representam, algumas mais evidentes e outras não, atividades de agricultura. Porém a pesquisa se deteve apenas em reconhecer as classes de uso e não diferenciar culturas ou estudar estágios distintos de uma cultura específica. O resultado dessas áreas demonstrou oscilações, mas distribuições homogêneas entre os anos. Ao total, as seis classes apresentaram uma soma média de 71.739 pixels. Duas classes não apresentaram resultado satisfatório, solo exposto e asfalto, confundindo-se à agricultura. Observou-se na APM do Catetinho as classes 2, 3, 4, 5, 6, 9 e 10. No entanto, não é possível afirmar a existência de atividades de agricultura dentro da APM. A figura 4 mostra os resultados do algoritmo Isodata ao longo dos dez anos.



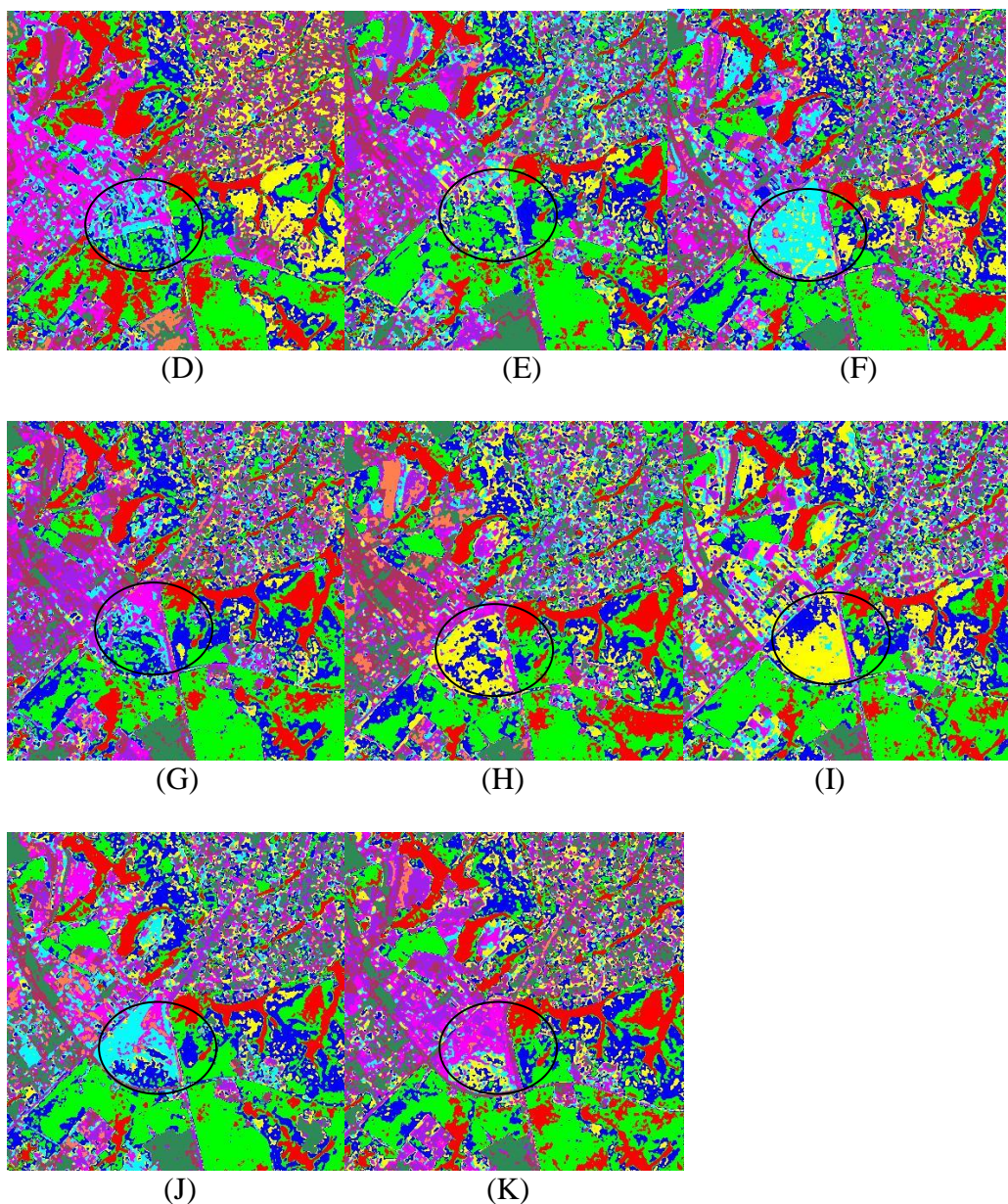


Figura 4. Classificação Isodata multitemporal: (A): 2000; (B): 2001; (C): 2002; (D): 2003; (E): 2004; (F): 2005; (G): 2006; (H): 2007; (I): 2008; (J): 2009 e (K): 2010.

#### 4. Conclusões

1. O realce linear e a subtração de pixels escuros foram essenciais na qualidade das imagens e identificação dos alvos.
2. A técnica de filtragem passa baixa-média 3x3 após a classificação não-supervisionada favoreceu a identificação das dez classes, mas houve perda de informação.
3. O método não-supervisionado Isodata confundiu-se com algumas classes de imagens. Inclusive o método detectou a presença de classes de agricultura na APM do Catetinho, se contrapondo às informações das imagens de satélite.
4. Afirma-se e a não existência de pressão urbana expressiva sobre a APM do Catetinho.
5. Afirma-se a não existência de equipamentos urbanos na APM do Catetinho.

## **Agradecimentos**

Ao professor Nuno pela orientação no artigo e aos professores do INPE José Moreira e Eliana Kalil Melo pelas aulas no curso à distância de sensoriamento remoto.

## **Referências bibliográficas**

Campana, N. A. **Caracterização sócio – econômica do Distrito Federal e das demandas e usos dos recursos hídricos superficiais**. In: Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal. Volume II. Brasília: MMA/SEMATEC, 1998.

Chavez Jr., P.S. **An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data**. Remote Sensing of Environment, v.24, p. 459-479, 1988.

Distrito Federal (Estado). **Lei Complementar nº 17, de 28 de janeiro de 1997**. Aprova o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.distritofederal.df.gov.br/sites/100/155/PDOT/leisumar.htm>>. Acesso em 13. nov. 2010.

ENVI – **Guia do ENVI em português**. Sulsoft. Disponível em: <[www.sulsoft.com.br](http://www.sulsoft.com.br)>. Acesso em 13. nov. 2010.

Galvão., W.S; Meneses., P.R. **Uso de SIG e do classificador ISODATA na geração do mapa de regiões geoambientais homogêneas na bacia do Rio São Francisco, como um produto estratégico de apoio às ações de planejamento de redes fluviométricas**. In: XII Simp. Bras. de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais do XII Simp. Bras. de Sensoriamento Remoto. Goiânia : INPE, 2005. p. 2519-2526.

Godoy, L.B. ; Baptista, G. M.M. ; Almeida, T . **Relação entre vegetação e temperatura de superfície nos parques urbanos do Distrito Federal, por meio de dados ASTER**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. v. 1. p. 699-705.

Nobre Jr., A.A. **Gestão de Recursos Hídricos para o Desenvolvimento Sustentável no Distrito Federal**, 85f. (Unb – CDS, mestre, Gestão e Política Ambiental, 2000).

Quintanilla J. A. ; Ohata, A. T. . **O uso de algoritmos de clustering na mensuração da expansão urbana e detecção de alterações na Região Metropolitana de São Paulo**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia - GO. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia: INPE, 2005. p. 647–655.

Quartaroli, C. F. ; Batistella, M. . **Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto: tutorial básico**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005 (Série Documentos Embrapa).

Santos, A.R.; Peluzio, T.M.O; Saito, N.S. **Spring 5.1.2 passo a passo: aplicações práticas**. 1 ed. Alegre, ES: CAUFES, 2010. v. 1. 153 p.

Tabela 1. Número de pixels obtidos pelo Isodata por classe entre os anos de 2000 e 2010.

Classe	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1	23.184	18.092	18.622	24.279	18.432	17.989	20.683	20.982
2	37.687	37.116	33.597	30.416	35.318	31.457	35.113	33.081
3	21.597	25.920	27.637	22.428	24.261	26.084	28.171	26.141
4	13.194	11.639	18.154	18.671	14.111	16.677	10.030	17.384
5	10.382	10.760	14.501	9.234	13.674	15.744	10.140	9.276
6	11.467	9.557	11.623	17.261	10.168	14.690	12.599	9.935
7	11.636	10.216	8.181	12.192	9.159	8.489	11.453	10.818
8	9.538	9.388	7.113	6.011	8.812	8.397	8.333	9.318
9	12.117	12.272	11.221	15.196	14.209	9.020	12.471	11.438
10	8.399	14.241	8.552	3.513	11.057	10.654	10.208	10.828
Total	159.201	159.201	159.201	159.201	159.201	159.201	159.201	159.201
Classe	2008	2009	2010					
1	17.264	15.801	21.833					
2	34.987	36.124	32.308					
3	29.953	27.379	24.356					
4	27.029	12.953	15.459					
5	14.744	15.387	6.643					
6	14.234	12.799	14.266					
7	8.237	7.803	9.510					
8	5.271	11.036	10.369					
9	7.482	8.742	15.142					
10	-	11.177	9.315					
Total	159.201	159.201	159.201					

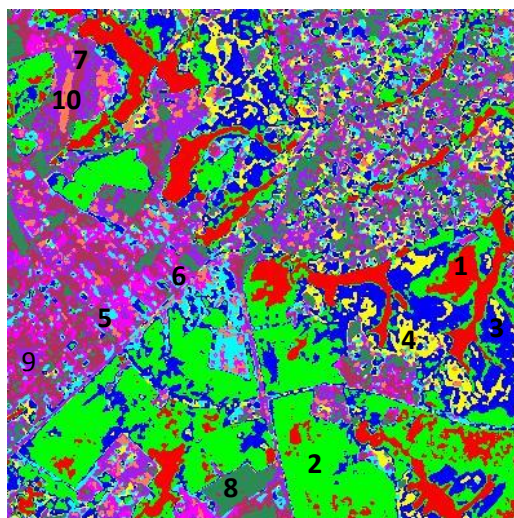


Figura 5. Interpretação das classes conforme classificação Isodata.