

Estudo quantitativo do uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES, utilizando o método de dividir para conquistar e a fusão dos multissensores CCD/HRC do satélite CBERS-2B

Renan Osório Rios ¹
Maria das Graças de Almeida ²
Herondino dos Santos Filho ²

¹ Instituto Federal do Espírito Santo - IFES
Caixa Postal 29.700-660 - Colatina - ES, Brasil
renan@ifes.edu.br

² Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFETMG
Av. Amazonas 7675, Depto de Eng. Elétrica, Campus II, Bairro Nova Gameleira, CEP
30.510-000 – Belo Horizonte - MG, Brasil
graca@dppg.cefetmg.br, herondino7@yahoo.com.br

Abstract: In this paper, a quantitative study of the use and soil occupation of Vitoria-ES, Brazil, is been presented. The orbital image of the city was used for processing, which was collected by the multissensor CCD/HRC the in satellite CBERS-2B. The methodology for this study included: acquisition of images, reading images, acquisition of control points, and establishment of database, geo-referencing of images, divide and conquer method, processing and classification of images using SPRING software. It was discriminated and quantified the way in which the space of the town was occupied at that time whether by natural features or by activities developed by man. As results, the georeferencing digital satellite image of the city of Vitoria-ES was obtained, with the actual political boundaries of the neighbourhood, inside a picture dated of 24/02/2010.

Keywords: CBERS-2B, Vitoria-ES, divide and conquer method, processing and image classification, land use and occupation.

1. Introdução

O sensoriamento remoto é um conjunto de atividades que permite obter informações de objetos que fazem parte da superfície terrestre, sem a necessidade de contato direto com os mesmos (SAUSEN, 2005). Em uma busca de informações constante, a cada ano que passa, os sistemas sensores ganham novas tecnologias. O sensor é capaz de transformar energia em dados, sobre determinados alvos que estão sendo estudados (MOREIRA, 2005).

O levantamento do uso e ocupação do solo é indispensável para o planejamento racional, que irá superar os problemas de desenvolvimento descontrolado e de deterioração da qualidade ambiental. Dados sobre a cobertura e uso do solo são necessários para análise de processos e problemas ambientais. Essa análise permite decidir sobre a conveniência de manter ou melhorar as condições de uso (PEREIRA et al, 1989). O geoprocessamento é essencial para países cujas áreas são extensas, os benefícios desta tecnologia são de suma importância para o planejamento de qualquer país.

Neste contexto, o objetivo do trabalho é fazer uma análise do uso e ocupação do solo utilizando a composição colorida das imagens dos multissensores CCD/HRC do satélite CBERS-2B com a data 24/02/2010. Permitindo, confeccionar a carta imagem da área do município e a carta temática do uso e ocupação da capital capixaba.

2. Metodologia do Trabalho

O Brasil, é um país diverso que enfrenta um grande número de questões relacionadas com o manuseio de seus recursos naturais. Tendo a necessidade, da tecnologia de geoprocessamento para melhor esclarecer o problema de monitoramento e desmatamento, tais problemas, têm motivado significativos investimentos no uso e desenvolvimento de tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (CÂMARA et al, 1996).

O software de Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) disponibilizado pelo (INPE) sem custo. O SPRING é utilizado neste trabalho. Em seu estado da arte, possui funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais (INPE/DGI, 2010).

Em 2007 entra em órbita o China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS-2B) (EMBRAPA, 2010). Com os sensores da High Resolution Camera (CCD) com 20 metros de resolução, fornecendo 5 bandas espectrais, e o sensor High Resolution Camera (HRC) com uma banda espectral de resolução 2,7 metros.

Para este trabalho, foram utilizados as imagens do satélite CBERS-2B da cidade de Vitória-ES, com a data de 24/02/2010, que estavam processadas e disponíveis no INPE, na seção de catálogo de imagens (INPE/DGI, 2010). Foi verificado que as imagens não apresentaram nenhum problema com nuvens e ruídos.

Para definir qual a melhor combinação sintética entre às bandas 1, 2, 3, 4 e 5 que possa fornecer uma imagem final de boa qualidade, as bandas foram processadas e combinadas. Dentre as várias imagens sintéticas geradas neste processo, as três bandas que geraram o melhor resultado foi as bandas 1, 2 e 3, que combinadas em uma fusão com a banda PAN, obtêm-se uma imagem de alta resolução:

- Banda 1 (450 – 520 nm) região do azul.
- Banda 2 (520 – 590 nm) região do verde.
- Banda 3 (630 – 690 nm) região do vermelho.
- Banda HRC (500 – 800 nm) região PAN.

Essas bandas foram escolhidas, pelo fato do seu resultado final de processamento possibilitar melhor visualização na região do visível, quando combinadas em imagem sintética (1B-2G-3R). Outro fator importante, foi que a faixa espectral destas imagens possui aplicações eficientes para o mapeamento do uso e ocupação do solo. Seguem, na figura 1, as imagens orbitais das bandas espectrais 1, 2 e 3 com a data 24/02/2010 do sensor CCD do satélite CBERS-2B:

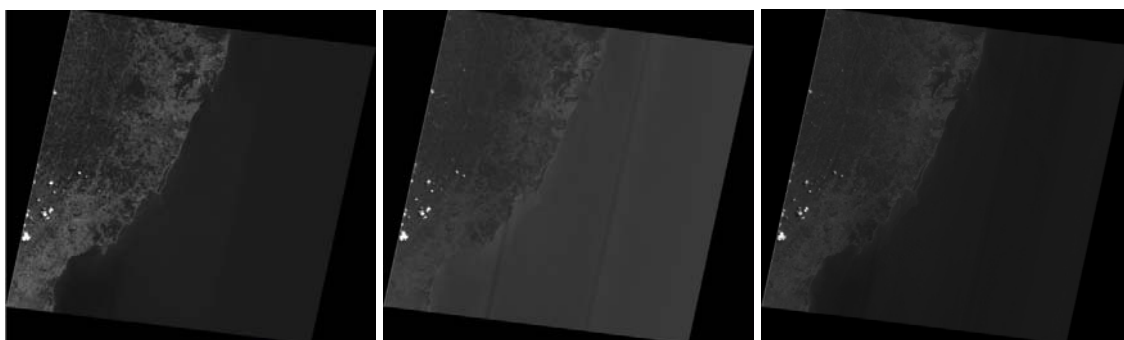


Figura 1 – Imagens orbitais das bandas espectrais 1, 2 e 3 com a data 24/02/2010 do sensor CCD do satélite CBERS-2B [FONTE: (INPE/DGI, 2010)].

De acordo com o informativo em (INPE/DGI, 2010), é possível que algumas cenas HRC apresentem uma estreita faixa escura dividindo seus terços intermediários. Isso se deve a um movimento indesejado do satélite que causa ausência de dados nessa região. Devido ao ruído que a imagem apresentava, foi necessário encontrar outra imagem para realizar um mosaico, sobrepondo o ruído. Buscou-se outra imagem, e foi encontrada outra banda (HRC) com data de 15/11/2009. Seguem, na figura 2, as imagens orbitais das bandas PAN do sensor HRC do satélite CBERS-2B, datadas em 24/02/2010 e 15/11/2009.

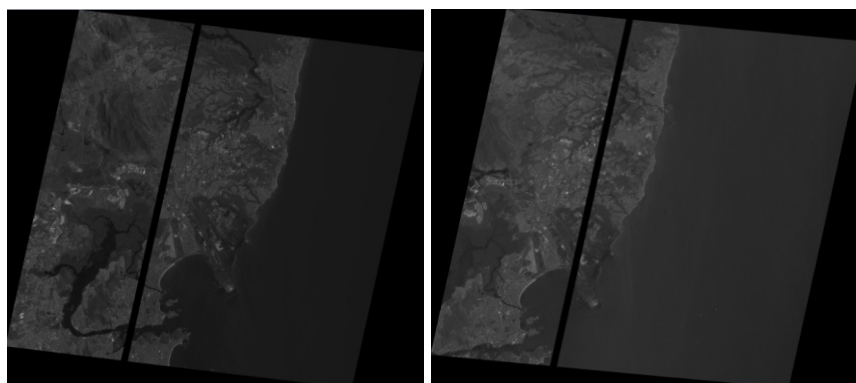


Figura 2 – Imagens orbitais das bandas HRC do satélite CBERS-2B com a data 24/02/2010 e 15/11/1999 [FONTE: (INPE/DGI, 2010)].

As técnicas de processamento de imagens, que obtiveram melhores resultados, fornecendo boa visualização das imagens, seguem, na figura 3, com o modelo de fluxograma adotado no processamento adotado.

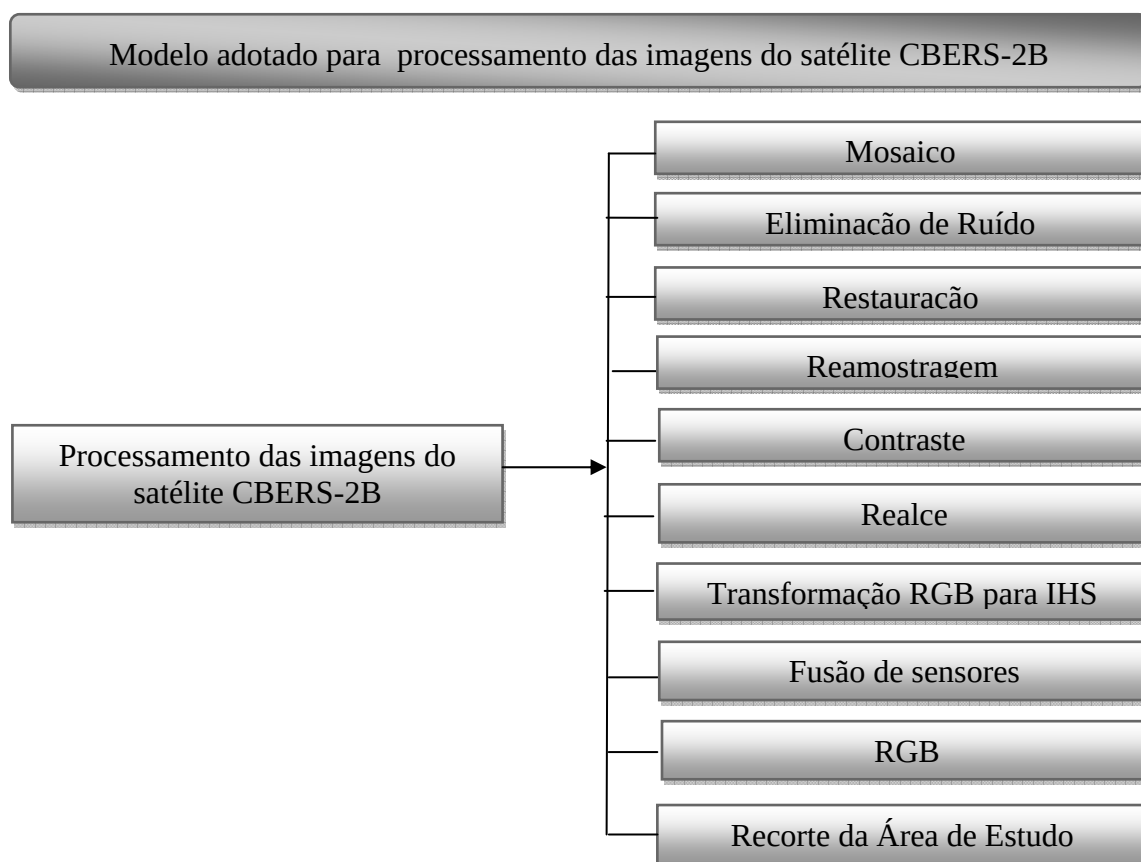


Figura 3 – Modelo do fluxograma adotado no processamento das imagens do satélite CBERS-2B.

Após todo o processo de tratamento de imagem, para chegar a uma composição colorida de boa qualidade, era necessário vetorizar a área que compreende a cidade, e recortar a imagem. Para esse processo de vetorização da área, foram utilizados arquivos “shp” e “dwg”, disponibilizados pelo (GEOWEB, 2010), que é um site da Prefeitura Municipal de Vitória-ES com informações do município. Os dados vetoriais disponibilizados foram sobrepostos na imagem original, e o resultado foi recortado.

A Figura 4, mostra a carta imagem da área do município de Vitória-ES, processada pelo modelo da figura 3, com a data 24/02/2010:

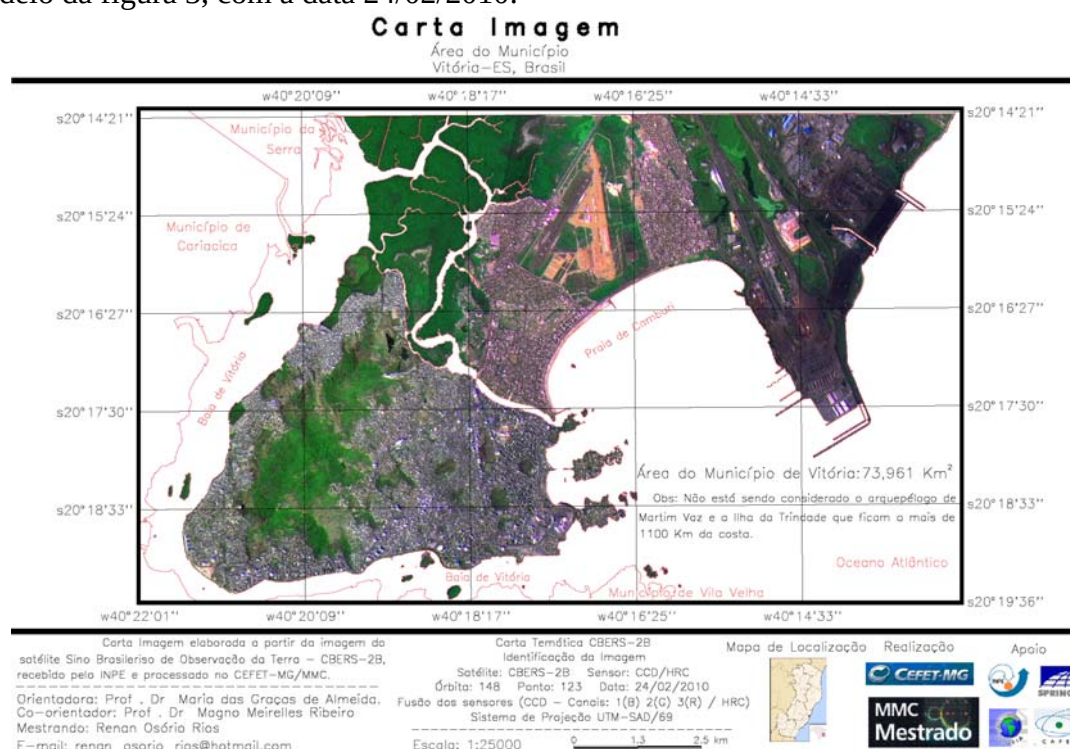


Figura 4 - Carta imagem da área do município de Vitória-ES, com a data 24/02/2010.

Depois de realizar vários testes de classificação nas imagens, no resultado final da classificação, os pixels das classes ainda se confundiam bastante. Houve então, a ideia de dividir a área de estudo (ZIVIANE, 1999). A fim de obter resultados melhores na classificação das imagens. As possibilidades levantadas foram:

- Dividir a imagem em áreas estratégicas (quatro partes);
- Classificar uma sub-imagem por vez;
- Mosaicar as quatro sub-imagens classificadas.
- O método dividir para conquistar traz uma série de benefícios.

Dentre as vantagens levantadas estariam:

- Aplicação do método dividir para conquistar na área de geoprocessamento;
- Diminuir a confusão dos pixels, por classificar uma área menor, possibilitaria um acerto maior na classificação;

O projeto iria ganhar novas dimensões, pois a análise seria minuciosa por acompanhar multitemporalmente a forma do uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES em partes estratégicas da cidade;

Dentre as desvantagens podemos citar:

- Utilizar uma filosofia diferente de trabalho poderia não achar resultados expressivos e voltar ao padrão anterior;
- Recortar todas as imagens em partes menores com o mínimo de erro, demandaria muito tempo de estudo, análise e fotointerpretação;
- Classificar cada parte da imagem recortada, uma por uma, demandaria maior tempo para se obter a classificação das imagens finais.

Após uma análise das vantagens e desvantagens, concluiu-se que o método dividir para conquistar, seria planejado e executado, a fim de obter melhores resultados na pesquisa e poder contribuir com essa nova área de conhecimento.

Para melhor acompanhamento do uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES, com a aplicação do método dividir para conquistar, houve um estudo preliminar para definir as melhores opções de divisão das imagens. Após o levantamento dos dados, as imagens foram divididas em quatro partes estratégicas. A Tabela 1 mostra as características das partes em que foram divididas as imagens da cidade de Vitória-ES com o princípio do método dividir para conquistar:

Tabela 1 – Características das partes em que foram divididas as imagens da cidade de Vitória-ES com o método dividir para conquistar.

Partes da Imagem	Características da imagem	Facilidade na classificação e fotointerpretação
Ilha de Vitória e a Ilha do Frade	Entre as várias Ilhas que compõem a cidade de Vitória-ES, a Ilha de Vitória é a maior e a principal; A Ilha do Frade faz parte da cidade de Vitória-ES e está ligada à Ilha de Vitória por uma ponte;	A Ilha de Vitória e a Ilha do Frade contêm características similares, são habitadas e interligadas e, para a fotointerpretação, possuem a mesma textura;
Porção Continental	Na Porção Continental estão localizados o distrito de Goiabeiras, o aeroporto e bairros como Jardim Camburi, Jardim da Penha, etc;	A Porção Continental tem características semelhantes às Ilhas de Vitória, e possui uma grande área reservada ao aeroporto;
Parque Industrial	As companhias CVRD e ArcelorMittal fazem parte do complexo do Parque Industrial, sendo empresas de referência no Brasil e no mundo;	Fazem parte do Parque Industrial, diversos tipos de minérios, fábricas, usinas, siderúrgicas, reservas florestais, lagos e etc;
Reservas e Ilhas	As reservas possuem mata atlântica, tropical, mangues e diversas ilhas, com poucas habitações ou sem nenhuma habitação;	As características dessa parte da imagem são similares, contendo uma vasta área verde e, para a fotointerpretação, possuem a mesma textura;

Seguem, na Figura 5, a imagem da cidade de Vitória-ES, do satélite CBERS-2B, com a data 24/02/2010. Dividida em quatro partes: A - Ilha de Vitória e a Ilha do Frade, B - Porção Continental, C - Parque Industrial e D Reservas e Ilhas.

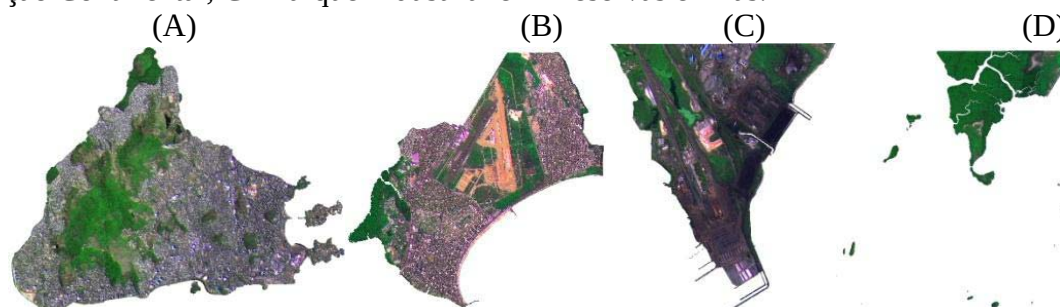


Figura 5 - Imagem da cidade de Vitória-ES do satélite CBERS-2B, dividida em quatro partes: A - Ilha de Vitória e a Ilha do Frade, B - Porção Continental, C - Parque Industrial e D - Reservas e Ilhas.

As técnicas que forneceram melhores resultados (para classificação das imagens) da cidade de Vitória-ES são mostradas abaixo, na Figura 6, com o fluxograma adotado para classificação da imagem do satélite LANDSAT-1:

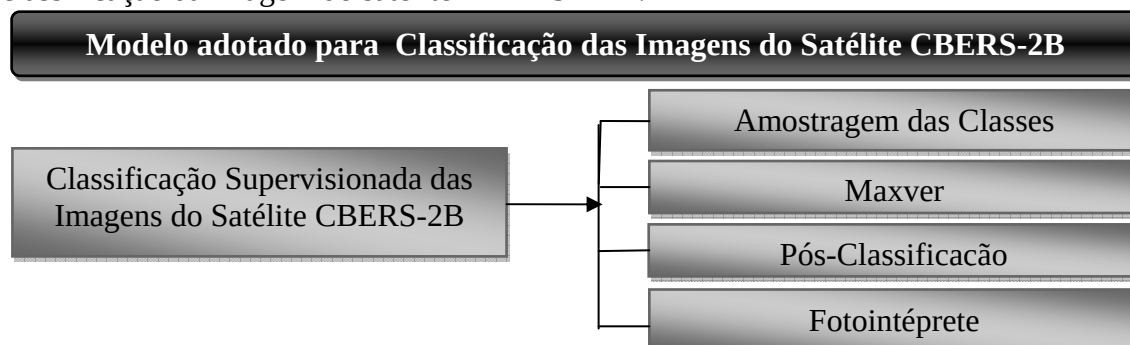
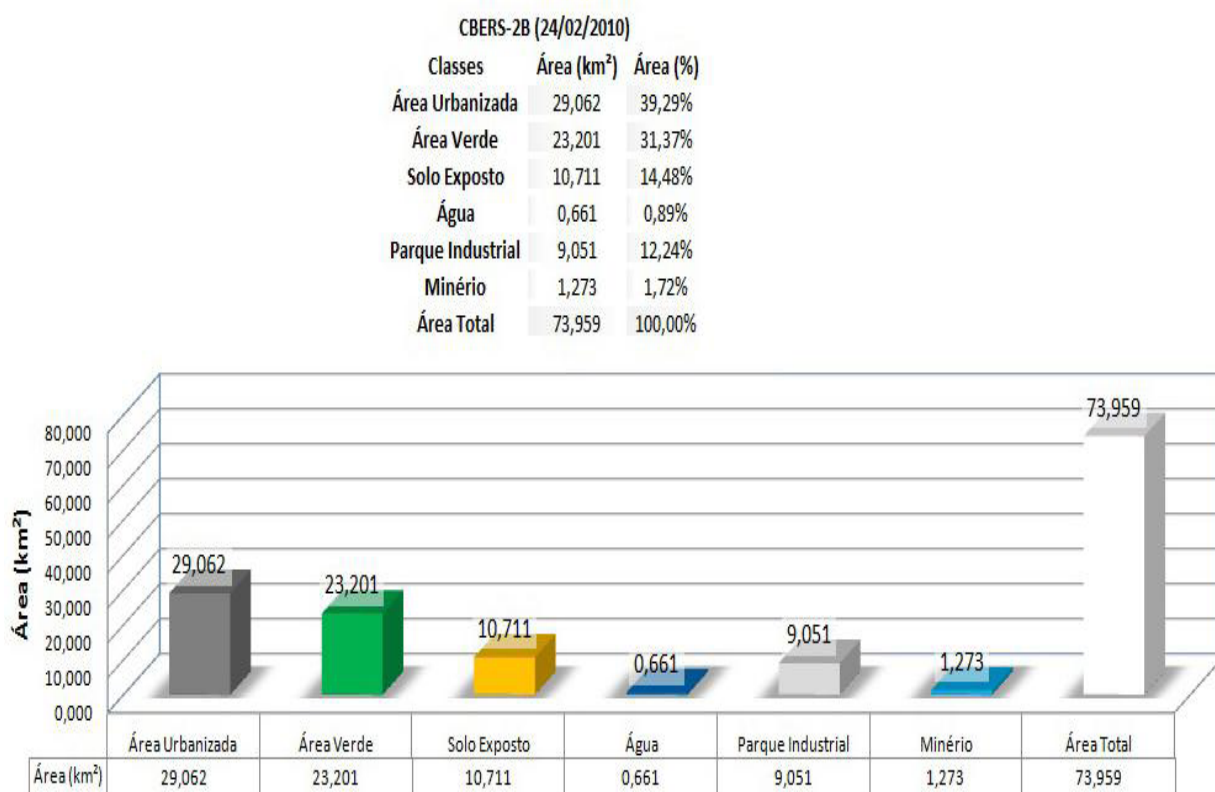


Figura 6 – Modelo adotado para classificação das imagens dos satélites CBERS-2B.

3. Resultados e Discursão

Através do modelo adotado para o processamento das imagens CBERS-2B, foi possível confeccionar mapas com 2,5 metros de resolução. Consequentemente forneceu uma imagem histórica da cidade de Vitória-ES, com o único mapa utilizando a fusão dos multissensores do satélite CBERS-2B em toda sua vida útil. Os princípios do método de dividir para conquistar possibilitou classificar a imagem através do modelo adotado na figura 6. Segue, no Gráfico 1, a classificação do uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES, com a data 24/02/2010.

Gráfico 1 – Classificação do uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES, com a data 24/02/2010.



A classificação dessa imagem permite identificar o uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES na atualidade.

A área da cidade de Vitória-ES classificada, corresponde a 73,959 km². A classe Área Urbanizada, ocupa uma área de 29,062 km² totalizando 39,29% de toda área classificada, sendo a classe de maior tamanho.

A Área Verde, corresponde à segunda classe de maior tamanho, totalizando 23,201 km², que equivale a 31,37% da área classificada. Juntando as classes Área Verde e Área Urbanizada, chega-se a um total 70,7% da área classificada, os 29,7% restantes de área classificada, estão dividida em quatro classes.

O Solo Exposto, possui 10,711 km² correspondendo a 14,5% da área classificada, um pouco maior do tamanho apresentado pelo Parque Industrial, que possui 9,051 km² correspondendo a 12,24% da área classificada.

As classes que apresentaram menor tamanho no uso e ocupação do solo foram o Minério, com 1,273 km² correspondendo a 1,72%, e a Água, ocupando 0,661 km² correspondendo a 0,9% da área classificada.

Segue na Figura 7, a carta temática da classificação do uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES, com a data 24/02/2010.

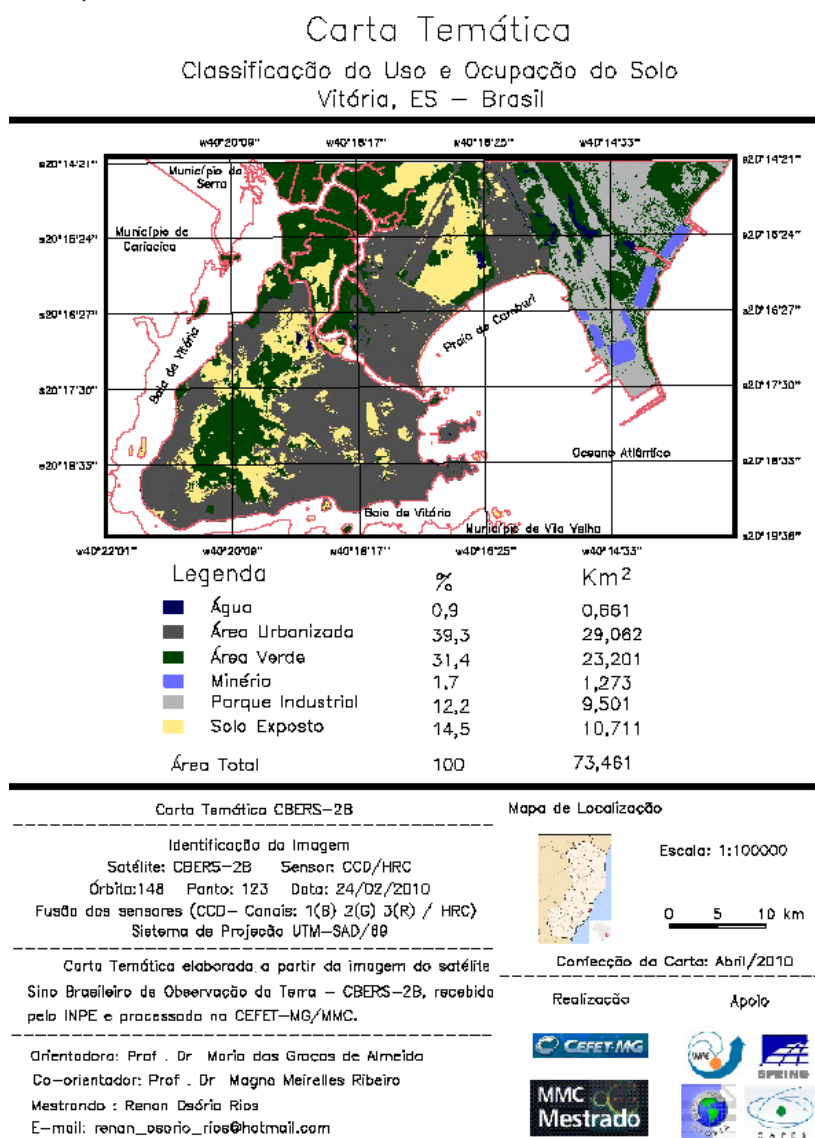


Figura 7 - Carta temática da classificação do uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES, com a data 24/02/2010.

4. Conclusão

Após o tratamento das imagens datadas em 24/02/2010 do satélite CBERS-2B, foi possível processar a primeira imagem orbital com fusão dos multisensores CCD/HRC do satélite CBERS-2B da cidade de Vitória-ES no século XXI. Proporcionando as primeiras cartas imagens com alta resolução de 2,5 metros da cidade. É visível que a área verde não é o predominante da região, a área que ocupa maior espaço na capital e a área urbanizada.

Os princípios do método dividir para conquistar mostrou-se útil e eficaz para classificar o espaço em estudo. Proporcionou a análise das mudanças que ocorreram nas partes Ilha de Vitória e Ilha do Frade, Porção Continental, Parque Industrial e Reserva e Ilhas. Foram perceptíveis as mudanças no uso e ocupação do solo da cidade de Vitória-ES em partes distintas. Tal fato forneceu uma contribuição de suma importância para se chegar a bons resultados na classificação final de toda a área do município. A análise por partes contribui cientificamente para a área em estudo. A análise final do trabalho não conteria tantas conclusões e esclarecimentos da dinâmica geografia do uso e ocupação do solo se não houvesse a análise das áreas divididas pelo método dividir para conquistar.

Os dados “Shp” fornecidos pelo (GEOWEB, 2010) foram utilizados para confecções de cartas imagens atualizadas, que foram sobrepostos sobre a imagem de Vitória-ES datada em 24/02/2010, proporcionando mapas que condizem com a verdade terrestre.

Agradecimentos: Os autores agradecem a CAPES pelo suporte financeiro e ao INPE pelo fornecimento das imagens sem custo. Agradece também ao CEFET-MG que forneceu equipamentos e salas para realização deste projeto e ao GEOWEB.

5. Referência Bibliográfica

SAUSEN, T. Sensoriamento Remoto. In: _____ **Meio ambiente e ciências atmosféricas**. São José dos Campos: INPE, 2005. Cap. 8.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3ª Edição atualizada e ampliada. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. ISBN 85-7269-224-x.

PEREIRA, M. N.; KURKDJIAN, M. D. L. N. D. O.; FORESTI, C. **Cobertura e Uso da Terra através de Sensoriamento Remoto**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, p. 126. 1989.

CÂMARA, G. et al. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Objectoriented. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395 - 403, May - Jun 1996.

EMBRAPA. Embrapa Monitoramento por Satélite. **www.sat.cnpm.embrapa.br**, 2010. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/cbers.htm>>. Acesso em: 2 fevereiro 2010.

INPE/DGI. Catálogo de Imagens. **www.dgi.inpe.br**, 2010. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 Agosto 2009.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Geoprocessamento: Sistema de informação Geográfica**. Uberlândia: Universidade federal de Uberlândia, 1996. ISBN 85-7078-029-x.

GEOWEB. GeoWeb Vitória. **geoweb.vitoria.es.gov.br**, 2010. Disponível em: <<http://geoweb.vitoria.es.gov.br/downloads/downloads.htm>>. Acesso em: 14 maio 2010.

ZIVIANE, N. **Projeto de Algoritmos com Implementações em Pascal e C**. 4ª Edição. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.