

Análise da cobertura vegetal do município de Maracanaú / CE, nos anos de 1991 e 2006 através de técnicas de sensoriamento remoto, em ambiente SPRING e TerraView.

Eduardo Viana Freires ¹
Lúcia Maria Silveira Mendes ²

¹ Universidade Federal do Ceará
Pós-Graduação em Geologia
Campos do Pici, - 60455-760 -, Pici, Fortaleza-CE, Brasil
eduardovgeo@bol.com.br

² Universidade Estadual do Ceará
Centro de Ciência e Tecnologia
Campos do Itaperi, - 60.740-903 -, Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil
lucia@uece.br

Abstract: The implantation of the Industrial District in Maracanaú-Ce and the consequent local urban expansion had caused significant change the vegetal covering of the city, what it implied in problems of physical and social order. This work had as objective to detect changes in the vegetal covering of the city of Maracanaú/Ce throughout the observed period (1991 to 2006), through spectral transformations (Index of Vegetation for Normalized Difference), using given of the TM-LANDSAT in environment SPRING and TerraView. The research is based on the techniques of Geoprocessing and use of remote sensing in its development, through orbital images the satellite LANDSAT 5, of the period of 1991 the 2006. The Analysis of the images normalized difference vegetation index (NDVI) has the intention to discover the altered areas (agriculture, urban zone and deforestation) and unaffected (vegetation of boards, arboreal savanna, forest drought, kills ciliary and it kills humid) of the city of Maracanaú/CE. The resulting images were classified being used the algorithm Bhattacharya. For so much they were established three classes: Altered, Unaffected and Bodies of water. . After the classification the crossing of the thematic maps was accomplished to evaluate the changes happened in the vegetable covering of Maracanaú between 1991 and 2006, which she could end that for the period of 15 years, had advance of the deforestation or amplification of the altered class, passing of 46,41% for 54,03%, while the unaffected class had a reduction of 51,41% for 43,67%.

Palavras-chave: comparative study, NDVI, remote sensing, SPRING, TerraView, estudo comparativo, NDVI, sensoriamento remoto, SPRING, TerraView .

1. Introdução

O município de Maracanaú faz parte da Região Metropolitana de Fortaleza, e está situado na porção norte do estado do Ceará, mais precisamente entre as coordenadas 3° 52' 37'' de latitude S e 38° 37' 35'' de longitude W, ocupando uma área de 106 km².

Com o maior Parque Industrial do estado do Ceará, o município de Maracanaú apresenta todos os problemas típicos dos grandes centros urbanos. Embora inicialmente tenha havido uma preocupação na organização territorial da cidade através da construção de conjuntos habitacionais para abrigar os trabalhadores das indústrias ali estabelecidas, não houve ao longo do tempo um monitoramento da expansão urbana em direção às áreas periféricas. Este fato levou a uma expansão urbana desordenada que, por sua vez, rompeu o equilíbrio natural e descaracterizou a paisagem local.

Pautado no desenvolvimentismo industrial, Maracanaú se tornou uma das mais importantes cidades do Estado. A atividade industrial gerou crescimento e promoveu a ocupação territorial local que, por sua vez, foi responsável pela enorme alteração das condições físicas do município. O impacto imediato desse desenvolvimento se fez sentir sobre a vegetação, a qual cedeu lugar aos mais diversos instrumentos urbanos e marcou um cenário predominantemente constituído por concreto e asfalto.

A cobertura vegetal ao ser total ou parcialmente removida pode causar impactos severos ao ambiente, uma vez que, a presença de vegetação é de suma importância para o equilíbrio ambiental, garantindo proteção dos solos contra a erosão, a recarga dos lençóis freáticos e o equilíbrio térmico. Mesmo com os riscos apontados, o município de Maracanaú vem, ao longo dos anos, sendo desmatado e os impactos já podem ser observados em várias partes do município, tais como o assoreamento e a redução do volume d'água dos rios e lagoas, elevação da temperatura local e o aumento dos incêndios acidentais.

Silva (2001) afirma que são os estudos espaciais e temporais que permitem estudar os ambientes em constante evolução, isto pode ser realizado se considerarmos os cenários do tipo prospectivo, pensando no futuro ou do tipo retrospectivo quando referente a situações passadas.

Como forma de alertar sobre a intensificação do processo de ocupação urbana no município de Maracanaú/CE, que já sinaliza uma densidade demográfica de 1.866,61 habitantes por km², perdendo somente para Fortaleza (7.718,3 habitantes por km²), o presente trabalho tem como objetivo geral detectar mudanças na cobertura vegetal do município de Maracanaú/CE nos anos de 1991 e 2006, através de transformações espectrais (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), utilizando dados do TM/LANDSAT em ambiente SPRING e TerraView. Especificamente, utilizando-se das técnicas de segmentação por regiões, classificação de imagens e cruzamentos dos resultados obtidos em cada data de aquisição dos dados orbitais, buscou-se: gerar mapa de alteração da cobertura vegetal no município de Maracanaú/CE para os anos 1991 e 2006 na escala 1:100.000; quantificar e mapear as áreas Alteradas e Inalteradas no município de Maracanaú/CE.

2. Metodologia do Trabalho

O desenvolvimento do trabalho foi realizado conforme mostra a Figura 1, em duas etapas. Uma relacionada com a criação do banco de dados, no SPRING (Sistema de Processamento de Informações Geo-referenciadas, INPE, versão 4.3.3), outra com a criação do banco de dados no TerraView (INPE, versão 3.2.1). As técnicas de análise usadas foi a de sobreposição de mapas permitindo avaliar as mudanças da cobertura vegetal de Maracanaú referente aos anos de 1991 e 2006.

2.1. Material

- Imagens orbitais TM/Landsat 5, de 19/06/1991 e de 14/07/2006, órbita 217, ponto 63, formato digital (INPE, 2008).
- Imagem Geocover 2000, setor s-24-00-2000 georreferenciada e ortorretificada (NASA, 2008).
- Dados vetoriais: mapa ou base, em formato vetorial do limite do município de Maracanaú, das vias de acesso e da drenagem (COGERH, 2008).
- Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING 4.3.3 DPI/INPE, 2008).
- TerraView versão 3.2.1(DPI/INPE, 2008).

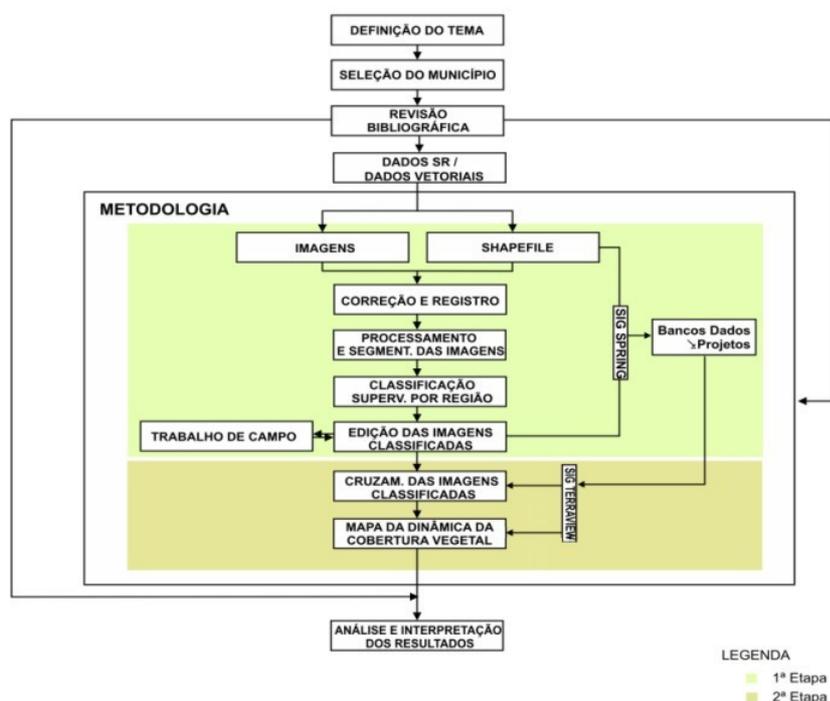


Figura 1 - Procedimentos Metodológicos

2.2 Registro das Imagens

As imagens LANDSAT 5 TM 19/06/1991 e LANDSAT 5 TM 14/06/2006, foram registradas através de pontos de controle selecionados tendo como base de referência a imagem Geocover 2000, georreferenciada e ortorretificada disponibilizada no site da NASA. Os dados vetoriais das vias de acesso e da drenagem de Maracanaú foram utilizados para auxiliar no registro das imagens.

2.3 Cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no SPRING

De acordo com Roseback et al. (2005) o uso de imagens NDVI visa realçar a vegetação em relação aos instrumentos urbanos, água e ao solo exposto. Quando geradas apresentam níveis de cinza variados, sendo o de tonalidade mais clara aquele que representa altos índices de vegetação, enquanto o nível de cinza mais escuro o que representa baixos índices de vegetação com níveis de cinza próximo a zero.

O NDVI foi calculado pela Ferramenta “Operações Aritméticas” no SPRING (Câmara, et al., 1996) a partir das bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo), (Equação 1):

$$NDVI = [\text{ganho} * (\text{banda } 4 - \text{banda } 3) / (\text{banda } 4 + \text{banda } 3)] + \text{offset}. \quad (1)$$

Esta equação gera uma imagem com valores que vão de -1 a +1. Para que estes possam ser visualizados em 256 níveis de cinza (de 0 a 255), estas imagens foram transformadas, utilizando-se um valor de ganho equivalente a 127 e offset de 128 (Tutorial SPRING 2008).

O SPRING criou um plano de informação nomeado NDVI-(OP5), resultante do referido cálculo aplicado entre as bandas 3 e 4, pixel a pixel, para os anos de 1991 e 2006 (Figura 2).

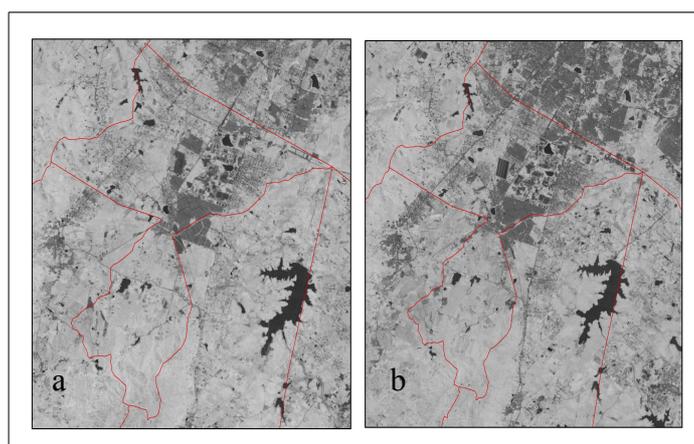


Figura 2 - (a) imagem NDVI gerada das bandas TM3 e TM4 de 19/06/1991; (b) imagem NDVI gerada das bandas TM3 e TM4 de 14/07/2006 e o polígono do município de Maracanaú/CE.

2.4 Segmentação e classificação das imagens

As imagens NDVI geradas a partir das imagens de 1991 e 2006 foram submetidas ao processo de segmentação por crescimento de regiões como uma etapa prévia à classificação supervisionada. Foram testadas diversas combinações dos parâmetros “similaridade” e “área”. A similaridade é o limiar abaixo do qual as regiões são consideradas similares e somente adjacentes, espacialmente, estão, agrupadas. O limiar de área é o número mínimo de pixels para que uma região seja individualizada.

A partir da segmentação por crescimento de regiões, disponível no SPRING, foi executada uma classificação supervisionada por regiões, pelo algoritmo de distância Euclidiana o *Battacharya*, visando extrair as feições de interesse, ou seja, áreas de vegetação. Este classificador é um algoritmo que permite a interação do analista, que seleciona os polígonos gerados na segmentação, para definir as amostras de treinamento das classes a serem mapeadas.

Na classificação foram definidas as seguintes classes temáticas para o uso do solo no município de Maracanaú: Inalterada (que representa a cobertura vegetal: vegetação de tabuleiro, floresta subcaducifólia tropical pluvial, Vegetação dicótilo-palmácea, Caatinga arbustiva, e floresta pluvionebular), Alterada (área antropizada: culturas agrícolas, zona urbana e desmatamento) e corpos d’água.

Os parâmetros utilizados no processamento das imagens encontram-se sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros utilizados no processamento das imagens TM (1991 e 2006)

NDVI	Ganho = 127	OffSet = 128
Segmentação	Similaridade = 8 pontos	Área (pixel) = 10 pontos
Classificação	Limiar de aceitação = 100%	Classes temáticas = “alterada”, “inalterada” e “corpos d’água”

3. Resultados

3.1 Evolução das mudanças da cobertura do solo no município de Maracanaú/CE entre os anos de 1991 e 2006

A partir da classificação das Imagens NDVI foram gerados os mapas da Cobertura do solo do município de Maracanaú dos anos de 1991 e 2006. Para cada mapa foram definidas três classes: Alterada, Inalterada e corpos d'água (Figura 3).

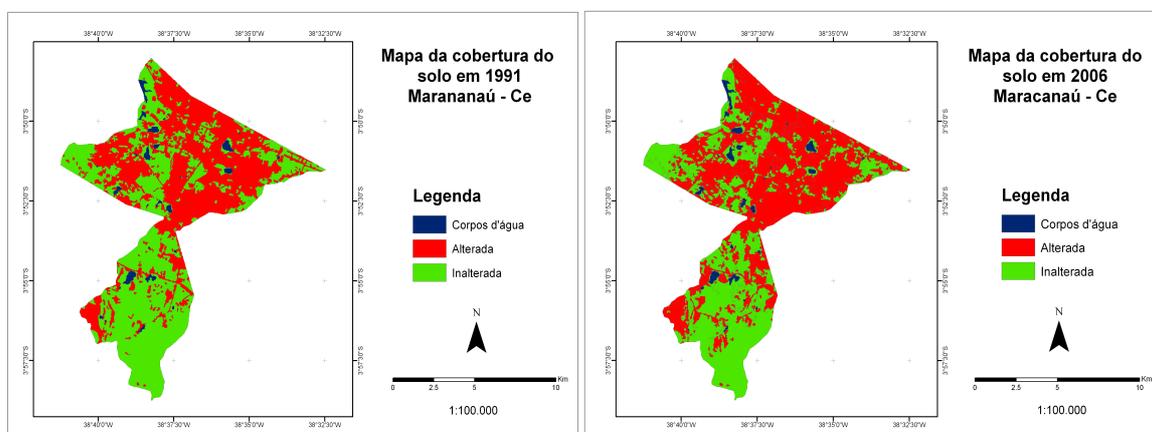


Figura 3 - Mapas da área de estudo elaborada a partir de classificação supervisionada por região das imagens NDVI 1991 e 2006

A área de cada uma dessas classes, em ambas as datas, foi quantificada, o que permitiu avaliar a evolução do desmatamento no município (Tabela 2).

Tabela 2 - Área e porcentagem das classes temáticas em 1991 e 2006

CLASSES	ANO			
	1991		2006	
	Área (km ²)	Porcentagem (%)	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Alterada	50.058923	46.41	58.283433	54.03
Inalterada	55.455917	51.41	47.104763	43.67
Corpos d'água	2.352582	2.18	2.471319	2.29
TOTAL	107.867106	100.00	107.867106	100.00

Conforme podemos observar, a área alterada apresentou um incremento, passando de 46,41% para 54,03%, enquanto que as áreas inalteradas apresentaram um decréscimo de 51,41% para 43,67%. Portanto, para um período de 15 anos, a cobertura vegetal diminuiu 7,74%, passando de aproximadamente 55.455917 Km² (51,41%) em 1991 para 47.104763 Km² (43,67%) em 2006. Isto ocorreu devido ao provável crescimento urbano sofrido pelo município, pela pressão exercida com o aumento populacional devido ao crescimento do parque industrial.

3.2 Diferença de áreas alteradas e inalteradas no município de Maracanaú/CE entre os anos de 1991 e 2006.

Nesta etapa houve a sobreposição dos mapas obtidos na classificação. Foi então aplicada a função Diferença da Operação Geográfica no TerraView, isto significa que os polígonos dos mapas do ano de 1991 foram subtraídos do ano de 2006, quando as classes que se deseja avaliar foram selecionadas.

Dessa forma foram subtraídos somente os polígonos das áreas alteradas dos mapas de 1991 e 2006, resultando num mapa de diferença das áreas alteradas (Figura 4). Em seguida a classe Inalterada dos mapas dos anos de 1991 e 2006 foi submetida à mesma operação, gerando um mapa de diferença das áreas inalteradas (Figura 5).

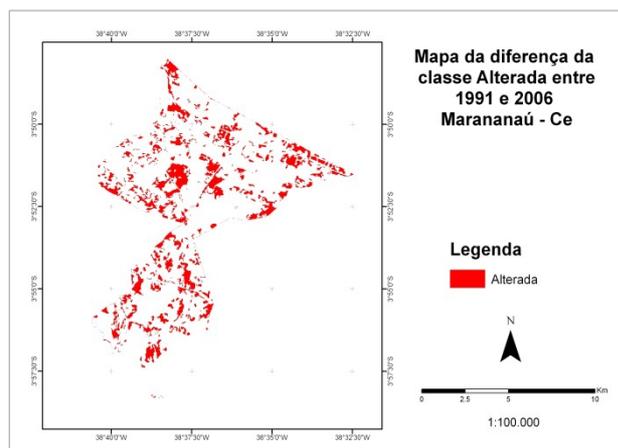


Figura 4 - Diferença entre a classe Alterada de 1991 e 2006.

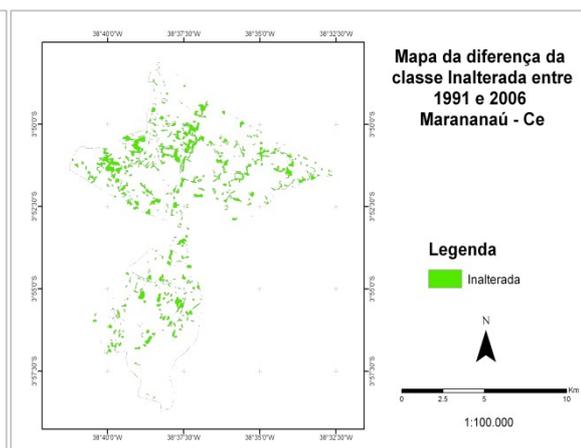


Figura 5 - Diferença entre a classe Inalterada de 1991 e 2006.

Após a quantificação das áreas dos novos mapas gerados foi possível verificar que ambas as classes no decorrer desses 15 anos tiveram acréscimos de novas áreas. Entretanto, como pode ser observado na Figura 6, o desmatamento (Alterada) avançou mais rápido que a regeneração (Inalterada), perfazendo 65% e 35% respectivamente.

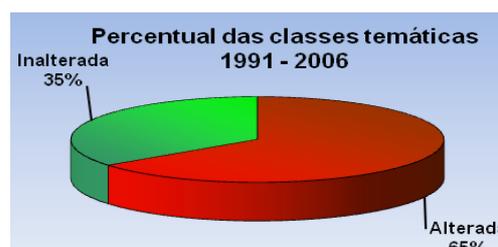


Figura 6 - Percentual das áreas de classes temáticas 1991 e 2006, evidenciando o crescimento da degradação ambiental na área em estudo.

Constatou-se um aumento de áreas modificadas, ou seja, aproximadamente 800 ha da perda da cobertura vegetal. O que evidencia uma ampliação do desmatamento em Maracanaú, que ocorreu principalmente devido à ampliação da zona urbana: com a construção de conjuntos habitacionais, de especulação imobiliária no sistema de loteamentos, e, em número crescente, devido à ocupação compulsória. Do aumento da área agrícola, principalmente na região sul do município. E ainda, em escala preocupante, devido à exploração mineral e vegetal que vem ocorrendo principalmente nas serras e nas margens de rios e lagoas. As Figuras 7 e 8 são fotografias de áreas onde é explorado o minério Brita e área industrial onde foram plantadas árvores frutíferas e ornamentais.



Figura 7 - Foto mostrando área de exploração do minério Brita na Serra da Aratanha.



Figura 8 - Foto mostrando árvores plantadas em área Industrial.

A classe inalterada indica que nesse intervalo houve regeneração ou acréscimo de vegetação em vários pontos do município. O que pode ter ocorrido de forma induzida: com o plantio de árvores frutíferas e ornamentais nos quintais de casas, sítios e chácaras, comum na cidade e, também, com o plantio de árvores com copas largas na frente de casas e indústrias que além de garantirem sombra acrescentam valor estético aos prédios. A redução da pressão humana sobre algumas áreas também podem ter induzido a vegetação nativa a se regenerar.

4 Conclusão

Levando-se em consideração à dinâmica do fato urbano do município de Maracanaú/CE, é de fundamental importância o seu monitoramento. Assim, o emprego da análise multitemporal passa a ser uma importante ferramenta para subsidiar o planejamento e a gestão ambiental.

Ao longo de 15 anos (1991 e 2006) houve um incremento de aproximadamente 8% no desmatamento em Maracanaú, que se pôde observar pela ascensão da classe alterada que passou de 46,41% para 54,03%. Se forem comparados os dados percentuais das classes Alteradas e Inalterada de ambas as datas é possível perceber que em 1991 a classe inalterada (51,41%) excedia a alterada (46,41%) em 5%. Já em 2006 a classe Alterada (54,03%) suplanta a Inalterada (43,67%) em 10,36%. Fato que pode ser também comprovado quando se contabiliza somente as áreas que apresentaram mudanças no período, totalizando 35% para áreas que tiveram surgimento ou regeneração de vegetação e 65% para os espaços desmatados ou alterados.

Esses dados apontam para a necessidade de repensar as diversas formas de uso do espaço local, à medida que ao longo de maior parte da história do município não houve nenhuma forma efetiva de controle das atividades humanas, ao mesmo passo que o poder público não promoveu a recuperação de áreas degradadas.

Agradecimentos

À Secretaria de Meio Ambiente de Maracanaú, ao curso de pós-graduação em geoprocessamento da Universidade Estadual do Ceará, às professoras Dra. Lúcia Maria Silveira Mendes e Dra. Maria Lúcia Brito da Cruz e ao professor Ms. Eder Mileno Silva Paulo.

5 Referências bibliográficas

BRASIL, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING 4.3.3**. São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/SPRING/portugues/download.php>. Acesso em abril, 2008.

_____, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **TERRAVIEW 3.2.1** São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/TerraView/portugues/download.php>. Acesso em out, 2008.

_____, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Catálogo de Imagens**. São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em abril, 2008.

CÂMARA, G.; FREITAS, U.; SOUZA, R.C.M.; GARRIDO, J. - **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modelling**. Computers and Graphics, vol. 20, n.3. p. 395-403. July 1996.

CEARÁ, Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (COGERH). **Base cartográfica**. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/base-cartografica/>. Acesso em março de 2008.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. **GeoCover LANDSAT mosaics**. California, 2004. ETM+/LANDSAT-7. Tile: S-24-00_2000. Disponível em: <http://www.zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>. Acesso em: abril, 2008.

ROSEMBACK, R.; FRANÇA, A.M.S.; FLORENZANO, T.G. **Análise comparativa dos dados NDVI obtidos de imagens CCD/CBERS-2 e TM/LANDSAT-5 em área urbana.** In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. Anais. São José dos Campos, SP. INPE, 2005. Artigos, p.1075-1082. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.16.17.49/doc/1075.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2008.

SILVA, Jorge Xavier da. **Geoprocessamento para a análise Ambiental.** Rio de Janeiro: J. Xavier Silva, 2001. 227 p.