

A dinâmica dos padrões de cobertura urbana na Área de Proteção Ambiental Mananciais do Rio Paraíba do Sul

Sacha Maruã Ortiz Siani
Maria Isabel Sobral Escada
Silvana Amaral
Antônio Miguel Vieira Monteiro

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
sacha@dsr.inpe.br; {isabel, silvana, miguel}@dpi.inpe.br

Abstract. As protected areas of sustainable use, Environmental Protection Areas (APAs) allow urban areas presence. Urban spaces are usually under dynamic changes, entailing problems related to planning land cover. This paper aims to identify urban patterns presence and evolution for 1984, 1991 and 2000, in the Environmental Protection Area of *Mananciais do Rio Paraíba do Sul* (APA - MRPS). This is an important conservation unit since it was created to guarantee water supply for 15 million people in the states of Rio de Janeiro and São Paulo. A supervised approach, based in cellular spaces and data mining techniques is proposed to investigate the dynamics of the urban patterns. As the APA-MRPS is spatially disjointed, each unit was studied separately. Each unit showed different urban patterns and dynamics, represented by its urban trajectories, and because of that, for monitoring and planning purposes, the APA-MRPS cannot be considered as a single and homogeneous unit. The temporal analysis of the urban patterns also showed that, as expected, the creation of this protected area in 1982 had almost no influence over the intense urban process in the region. The conservation unit creation alone is not enough to achieve the purpose of water resources protection. To reach the sustainable land use of protected areas, it is essential to gather qualified information about land use and its evolution, seeking to monitor and assess the conservation planning. Remote sensing data and spatial classification techniques constitute useful tools to support water conservation tasks in protection areas.

Palavras-chave: Land use; Land cover; Protected areas; Conservation unit; Sustainable use; Uso da terra; Cobertura da terra; Áreas protegidas; Unidades de Conservação; Uso sustentável.

1. Introdução

No último século, sobretudo nas últimas décadas, a preocupação com meio ambiente vem crescendo de forma acentuada. Com a crescente escassez dos recursos naturais e redução da biodiversidade principalmente pela ação antrópica, a sociedade deve aprender a se relacionar com o meio ambiente de forma sustentável, sob a pena de comprometer as gerações futuras. A criação e manutenção de Unidades de Conservação da Natureza (UC) constituem instrumentos de planejamento territorial ambiental úteis para a efetiva implantação das políticas públicas voltadas à preservação do meio ambiente (SÃO PAULO, 2009).

Apenas a criação de unidades de conservação não é suficiente para que este instrumento cumpra seus objetivos de proteção dos recursos naturais. Para sua efetividade, é fundamental gerar informações qualificadas, a partir do monitoramento e de avaliações periódicas e sistemáticas, observando em que medida seus objetivos estão sendo cumpridos e a quais custos. Por essa razão, o processo de monitoramento e avaliação é uma das principais estratégias adotadas para áreas protegidas em todo o mundo (UICN, 2008), uma vez que essas áreas, em geral, enfrentam contínuas ameaças e apresentam uma dinâmica que deve ser observada.

Essa avaliação e monitoramento devem ser realizados para promover o manejo adaptativo, aperfeiçoar o planejamento ou verificar a eficiência da unidade. O monitoramento de áreas protegidas permite avaliar no longo prazo as respostas de populações ou ecossistemas às práticas de manejo e conservação; e aos impactos de fatores externos como perda de habitat, alterações na estrutura da paisagem, mudanças climáticas locais, entre outros (UICN, 2008). O monitoramento pode dar um importante suporte aos processos de tomada de decisão, a elaboração de políticas públicas e de ações de manejo com base em informações consistentes e sistemáticas sobre as populações, ecossistemas e suas tendências.

A UC analisada neste trabalho é a Área de Proteção Ambiental (APA) dos Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APA-MRPS), uma categoria de manejo pertencente ao grupo de UC de uso sustentável. As APAs são espaços de planejamento e de gestão ambiental que possuem

ecossistemas de importância regional, englobando um ou mais atributos ambientais, podendo compreender áreas urbanas e rurais e suas atividades socioeconômicas inerentes. Nas APAs é permitido o desenvolvimento de atividades econômicas de forma planejada por meio de um Plano de Manejo que inclui o Zoneamento do território, as diretrizes e normas para o uso e cobertura da terra e os Programas de ação a serem implementados a curto, médio e longo prazo (BRASIL, 2000).

Neste contexto, é essencial para a gestão dessas áreas protegidas que seja feito o mapeamento dos padrões e mudanças de cobertura da terra, observando se são adequados ou não, além do monitoramento, possibilitando indicar possíveis inconsistências entre as atividades permitidas e realizadas para efetivamente cumprir o objetivo de proteção ambiental.

Para investigar a dinâmica destes padrões na APA-MRPS desde sua criação, este trabalho tem por objetivo identificar padrões urbanos e sua evolução propondo uma abordagem supervisionada, baseada em células e técnica de mineração de dados. Este trabalho está no escopo do projeto URBIS Amazônia, que aborda processos relacionados à formação do urbano contemporâneo na Amazônia, tem-se aqui a contribuição de uma abordagem metodológica aplicável a diferentes regiões.

2. Materiais e métodos

A partir de mapeamentos de uso da terra para os anos de 1984, 1991 e 2000, este trabalho utiliza a abordagem de classificação do espaço celular por técnicas de mineração de dados para identificar trajetórias de urbanização a partir da evolução dos padrões urbanos, na região da APA dos Mananciais do Rio Paraíba do Sul.

2.1. Descrição da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul drena uma das regiões mais industrializadas do país, com grande concentração populacional e, conseqüentemente, apresenta dinâmicas complexas de interação entre o homem e os recursos hídricos locais. A bacia abrange parte do Estado de São Paulo, a região conhecida como Vale do Paraíba Paulista, a área do Estado de Minas Gerais denominada Zona da Mata Mineira, e metade da área do Estado do Rio de Janeiro. Dos 180 municípios desta região, 36 estão parcialmente inseridos na bacia. Entre outros interesses, a bacia do Rio Paraíba do Sul é estratégica para o abastecimento de cerca de 15 milhões de pessoas nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo (AGEVAP, 2006), população atualmente impactada pela estiagem prolongada.

A Área de Proteção Ambiental Mananciais do Rio Paraíba do Sul (APA-MRPS) foi criada em 1982 com o objetivo de proteger os mananciais de abastecimento da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul que abastece toda a região, além dos objetivos de proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2010).

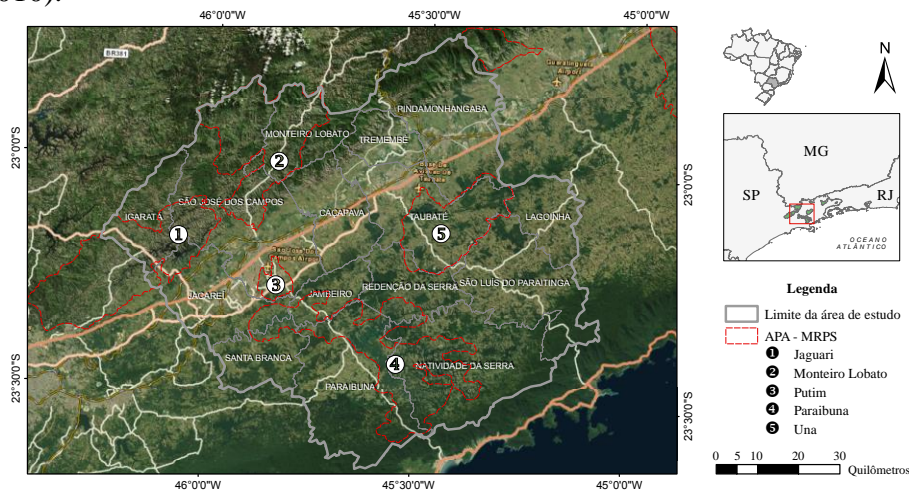


Figura 1 - Área de estudo: O Vale do Paraíba e as cinco unidades da APA - MRPS.

A APA-MRPS é altamente antropizada, contendo diferentes formas de ocupação sócio-espaciais. Sua configuração espacial de unidades disjuntas em três unidades da federação (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) corresponde a um total de 292.597 hectares (ICMBIO, 2014), geridas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Desde sua criação, o manejo e a gestão dessa unidade de conservação, não foram plenamente implementados conforme determina o Sistema Nacional de Unidades de Conservação- SNUC (BRASIL, 2000).

Neste trabalho, cinco unidades da APA-MRPS e a região em seu entorno foram estudadas, compreendendo 15 municípios da região do Vale do Paraíba - SP: Igaratá, Jacareí, Natividade da Serra, Paraibuna, Redenção da Serra, Santa Branca, São José dos Campos, Taubaté, Pindamonhangaba, Tremembé, Lagoinha, São Luís do Paraitinga, Jambeiro, Caçapava, e Monteiro Lobato. A região foi escolhida por ser altamente urbanizada e apresentar alta densidade populacional, além de passar por processos transformadores do uso e cobertura da terra em curso, como expansão das manchas urbanas, processos de conurbação entre as cidades marginais à rodovia Dutra, e a ampliação da rodovia dos Tamoios.

2.2. Dados

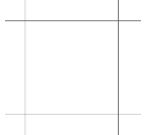
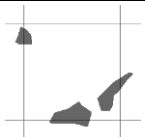
Para a análise dos padrões espaciais urbanos e suas trajetórias fez-se uso de dados secundários de classificação da cobertura da terra (ALMEIDA et al., 2007), cedido pelos autores. Estes dados foram gerados a partir de imagens do sensor remoto orbital *Thematic Mapper* (TM), a bordo do satélite Landsat-5, utilizando um método de classificação supervisionada e por regiões para delimitar a superfície construída nos arredores do município de São José dos Campos, para os anos de 1984, 1991 e 2000. A classe área construída, utilizada para as análises dos padrões urbanos, considerou os seguintes usos: loteamentos isolados, industriais ou residenciais de baixo, médio ou alto padrão, tipologias condominiais diversificadas, ou ainda, empreendimentos imobiliários de usos múltiplos.


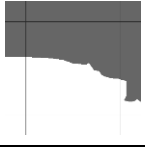

2.3. Métodos

Este estudo teve como suporte as metodologias propostas por Dal'Asta et al. (2013), Saito (2011) e Silva et al. (2008), que analisaram dinâmicas da cobertura da terra através de classificações supervisionadas baseadas em células e mineração de dados. A unidade espacial de análise deste trabalho são as células do espaço celular: uma grade regular, onde cada célula terá a ela associada um padrão urbano em função de seus atributos de forma.

Inicialmente foi criado um plano de células regulares com dimensões de 1x1 km, no sistema de informações geográficas TerraView 4.2.2. A resolução espacial das células foi escolhida empiricamente, pela análise do mapeamento das áreas construídas que identificou os padrões de interesse. A resolução da célula deveria ser o suficiente para que os padrões urbanos dentro das células fossem homogêneos, e com características específicas que possibilitassem distingui-los uns dos outros a partir de seus atributos estruturais (de forma, tamanho, etc.). A classificação dos padrões urbanos, para os anos de 1984, 1991, 2000, foi realizada segundo a tipologia apresentada na Tabela 1, que foi construída tendo como referencial a tipologia criada por Dal'Asta et al. (2013) para padrões de terras agrícolas.

Tabela 1 - Tipologia dos padrões de urbanos no Vale do Paraíba - SP.

Padrão	Tipologia	Descrição
	Não urbano	Superfície que não apresenta a classe de uso urbano; coberta por vegetação, solo exposto, e/ou água.
	Difuso	Área com pequenas feições urbanas; manchas isoladas e desconectadas; associada a áreas em expansão.

	Geométrico	Superfície com feições urbanas médias a grandes; formas regulares; associada a áreas de expansão em estágio mais avançado que o padrão difuso.
	Borda do contínuo	Áreas ligadas a grandes extensões de áreas construídas urbanas em sua vizinhança; a célula é composta parcialmente pela classe urbana; se localizada nos limites (bordas) das sedes urbanas.
	Contínuo	Área onde predomina a classe urbana; associadas a áreas construídas contínuas, em um estágio consolidado; associada a sedes urbanas.

Posteriormente, foi utilizado o *plugin* GeoDMA (KÖRTING; FONSECA; CÂMARA, 2013) para classificação do espaço celular utilizando o algoritmo de árvore de decisão, em três etapas: (1) extração de métricas da paisagem para cada conjunto de polígonos de área urbana delimitado pela célula; (2) seleção de amostras de treinamento e validação; (3) classificação das células.

Para a extração dos atributos, todas as métricas de paisagem implementadas no GeoDMA foram extraídas e inseridas na tabela de atributos do plano celular. Além das métricas de paisagem convencionais, utilizou-se o *plugin* de preenchimento de células para extrair atributos, dos polígonos que interceptam a célula (ex. do maior/menor polígono que intercepta a célula), muitas vezes extrapolando seus limites.

Foram selecionadas em média 20 amostras representativas de cada classe, sendo que 60% das amostras destinadas ao treinamento da árvore de decisão, e as outras 40% utilizadas para a validação do classificador. O coeficiente Kappa obtido na classificação foi de 0,96.

Para a classificação baseada em árvore de decisão, os atributos que tiveram maior capacidade de distinguir entre as classes caracterizadas durante o treinamento são selecionados. Sobre os atributos escolhidos, define-se os limiares para construção da árvore: aqueles que dividem o conjunto de células em galhos maiores, menores, até chegar nos terminais (folhas) onde a cada célula, atribui-se uma classe (KÖRTING; FONSECA; CÂMARA, 2013). O algoritmo C4.5 (QUINLAN, 1993) foi utilizado para construir a árvore de decisão deste trabalho.

A árvore de decisão construída (Figura 2), permitiu gerar os mapas dos padrões urbanos para cada ano analisado. Uma das vantagens de se classificar por árvore de decisão é ter sua lógica explícita e facilmente compreensível.

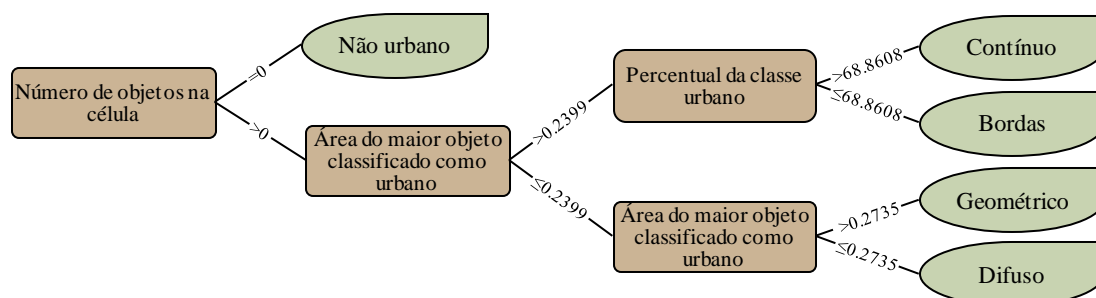


Figura 2- Árvore de decisão utilizada para classificar os padrões urbanos no Vale do Paraíba - SP.

Para analisar a dinâmica dos padrões urbanos, as mudanças de classe (padrões urbanos) em cada célula para os períodos: 1984 a 1991, e 1991 a 2000 foi interpretada como trajetórias. Considerou-se que a dinâmica de mudanças dos padrões urbanos avança sequencialmente de padrões difusos, para geométricos, bordas ou padrões contínuos. Quando a mudança no período analisado foi de um padrão não urbano para qualquer um dos quatro padrões da classe urbano, a trajetória foi considerada como expansão. As células que no período analisado mudaram de um padrão urbano inicial para algum padrão mais avançado indicaram uma trajetória de consolidação.

3. Resultados

3.1. Padrões urbanos no Vale do Paraíba

Os mapeamentos dos padrões urbanos da área de estudo para os anos de 1984, 1991 e 2000 são apresentados na Figura 3.

Os padrões urbanos se desenvolveram fortemente influenciados por vetores rodoviários, principalmente da rodovia Presidente Dutra, e em menor intensidade por vias transversais como a rodovia Monteiro Lobato e dos Tamoios. A Rodovia Presidente Dutra, inaugurada em 1951, foi construída para ligar as capitais dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Nessa época, doaram-se terrenos às margens da nova rodovia, onde se instalaram várias fábricas, dando início à industrialização na região. Em meados da década de 1960, a duplicação da Rodovia Presidente Dutra ajudou a impulsionar a economia regional, e desde então diversas indústrias se instalaram no Vale do Paraíba como a Embraer (1969) e a Refinaria REVAP (1977), ambas em São José dos Campos. Aliado ao crescimento econômico na região houve um acentuado crescimento populacional que resultou em um aumento da demanda pela ocupação do território (FEITOSA, 2005). Em São José dos Campos, por exemplo, a população em 1950 era de 44.804 habitantes, passando para 287.513 habitantes em 1980, um crescimento médio de 73% na década de 60, 91% na década de 1970 e 94% na década de 1980. No decênio entre 1980 e 1991 a população cresceu de 287.513 habitantes para 442.370, o que representa um incremento de 54% no decênio. Este ritmo de crescimento populacional desacelerou na década de 1990, quando a população continuou crescendo (de 442.370 para 539.313) porém a uma taxa média decenal de 2%. (FUNDAÇÃO SEADE, 2010).

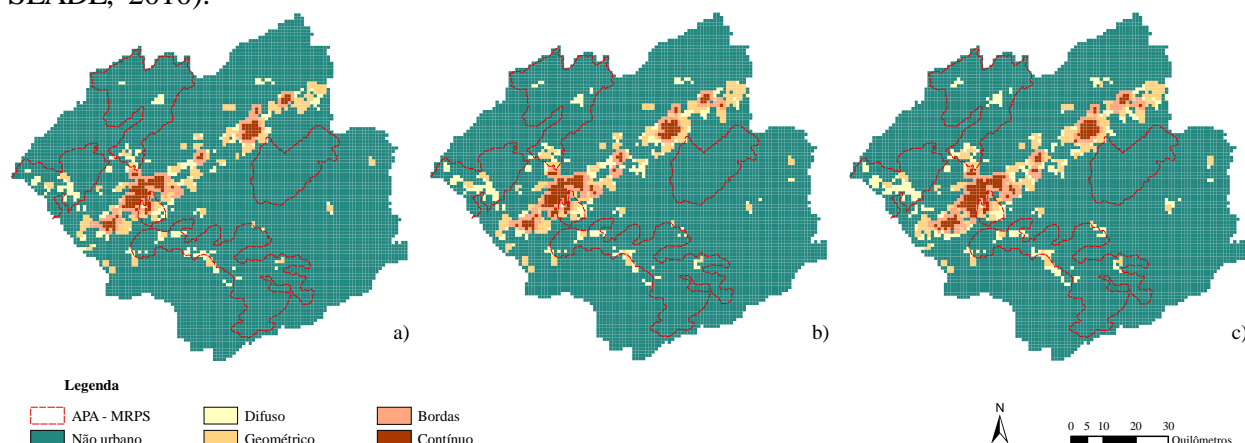


Figura 3 - Mapas dos padrões urbanos em (a) 1984, (b) 1991 e (c) 2000.

Nos mapeamentos de 1984 e 1991, dentre as células classificadas como padrões urbanos, a classe mais representativa foi a classe com padrão geométrico (Figura 4). Em 2000 o padrão difuso foi majoritário. A área de estudo compreende 7.747 células, sendo que no ano de 1984 826 células apresentaram padrões urbanos, em 1991 foram 928 (crescimento de 12% em relação a 1984) e em 2000 tais padrões representavam 1.044 células (crescimento de 13% em relação a 1991).

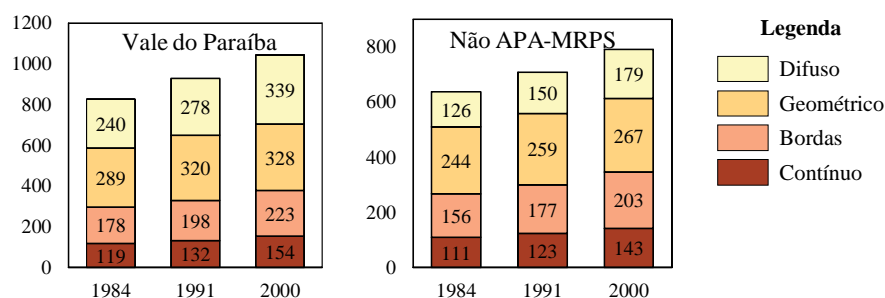


Figura 4 - Células classificadas como padrões urbanos em 1984, 1991 e 2000.

Considerando apenas as células não inseridas na APA-MRPS, para todos os anos, a maioria das células (38%, 34% e 34% dos padrões urbanos respectivamente para os anos de 1984, 1991 e

2000) apresentou o padrão geométrico (Figura 4) e os padrões urbanos mais avançados encontram-se predominantemente nas áreas externas aos limites da APA-MRPS.

A Figura 5 mostra os números de células ocupadas pelos padrões urbanos nas unidades da APA-MRPS. As unidades do Rio Una, Paraibuna e Jaguarí, apresentaram apenas os padrões urbanos difuso e geométrico. Em contrapartida, as unidades do Putim e Monteiro Lobato apresentaram todos os padrões urbanos em seu interior, pois os limites dessas unidades foram estabelecidos após a ocupação urbana da região, o que dificulta a adequação do uso destas áreas, considerando os objetivos da APA.

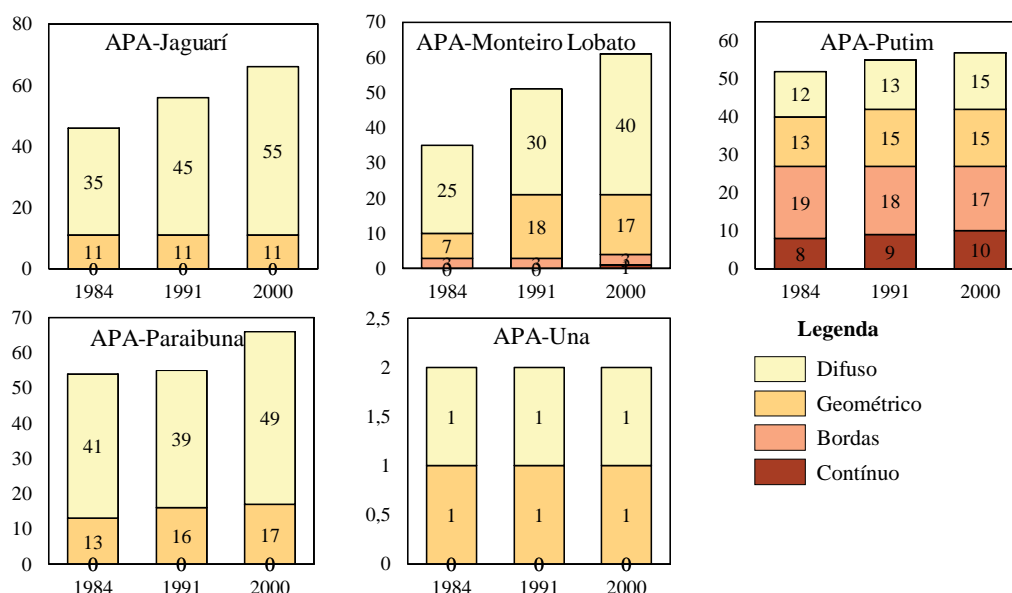


Figura 5 – Área (números de células) dos padrões urbanos mapeados nas unidades da APA - MRPS, em 1984, 1991 e 2000.

A unidade que protege os mananciais do Rio Una apresentou a menor proporção de células classificadas com os padrões urbanos em 1984 (2 células, menos de 1%), e se manteve constante nos três anos. A unidade de Paraibuna tinha 6% do total de células classificadas como urbano em 1984 e 1991, e em 2000 eram 8%. Na unidade do Jaguarí, houve um crescimento da classe difuso, indicando processos de expansão, e a estagnação da classe geométrica. A unidade de Monteiro Lobato, em 1984 continha 5% de células urbanas, 8% em 1991 e 9% em 2000. Neste local houve a expansão da área urbana de São José dos Campos, contando com bairros bem estabelecidos, com infraestrutura urbana, no início da década de 80, como os bairros Alto da Ponte e Altos de Santana (FEITOSA, 2005).

A unidade do Putim se distinguiu das demais por ter apresentado maior proporção de células urbanas, 68% das células em 1984, 72% em 1991 e 75% em 2000. Nessa unidade estão inseridos bairros que na década de 80 tinham infraestrutura urbana, e parte do Parque Industrial e Tecnológico de São José dos campos, estabelecido entre as décadas de 50 a 70, incluindo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) e o Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA).

3.2. Análise das trajetórias

As trajetórias obtidas (Figura 6) indicam dinâmicas de ocupação urbana para os períodos entre 1984 e 1991 e entre 1991 e 2000. No primeiro período, as células que apresentaram mudanças estão mais centralizadas em torno do eixo da rodovia Presidente Dutra, enquanto no período seguinte, as células de mudança estão mais dispersas. Pode-se relacionar este resultado a uma saturação da ocupação do território nas áreas centrais na década de 1980, fazendo com que a população ocupasse regiões no entorno.

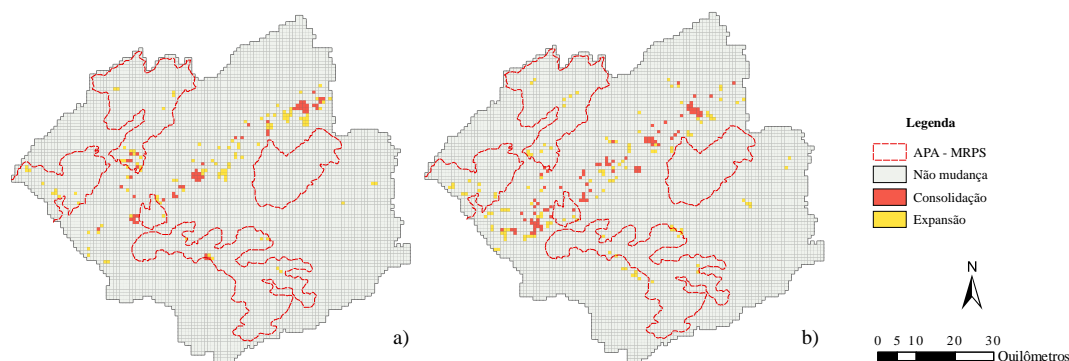


Figura 6 - Mapas das trajetórias de expansão e consolidação dos períodos entre: (a) 1984 e 1991; e (b) 1991 e 2000.

Como esperado, na região de estudo do Vale do Paraíba e nas células externas aos limites da APA-MRPS percebe-se, de modo geral, mais mudanças no período entre 1991 e 2000, e a trajetória associada à expansão predominando nos dois períodos (Figura 7).

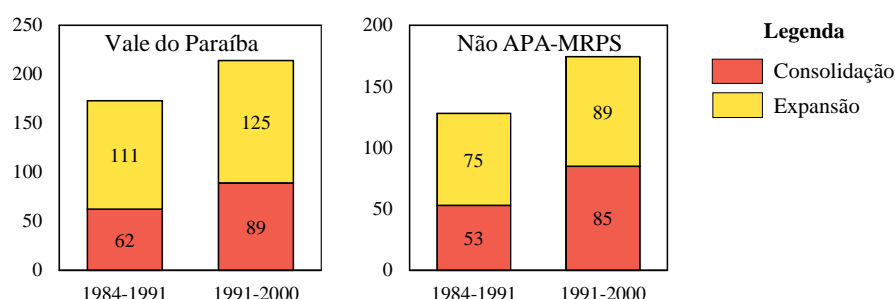


Figura 7 – Gráfico das trajetórias de expansão e consolidação (número de células) dos períodos entre 1984 e 1991; e 1991 e 2000.

Ao analisar individualmente as unidades da APA-MRPS (Figura 8), observam-se composições de trajetórias bastante heterogêneas entre as unidades. Deve-se fazer a ressalva que a capacidade de detecção de mudanças pode ser influenciada pela resolução espacial do sensor *Thematic Mapper* (30 m), pelas dimensões das células (1 km x 1 km), e pelos limiares determinados na árvore de decisão.

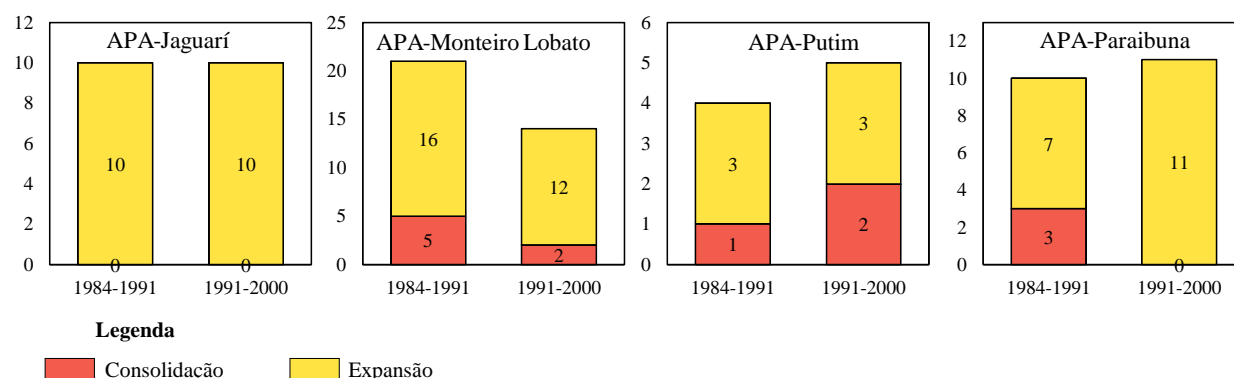


Figura 8 – Gráfico das trajetórias de expansão e consolidação (número de células) nas unidades da APA - MRPS, dos períodos entre 1984 e 1991; e 1991 e 2000.

Na unidade do Una não foram identificadas mudanças nos padrões urbanos em nenhum dos períodos. Na unidade do Jaguari, em ambos os períodos, as mudanças foram unicamente associadas a trajetórias de expansão, e o número de células de mudanças manteve-se constante. Na unidade de Monteiro Lobato as trajetórias de mudança ocorreram em maior intensidade no período entre 1984 e 1991 do que no período seguinte. A unidade Putim, apesar de ter a maior parte de suas células na classe urbana, em ambos os períodos, a maior parte das trajetórias caracterizou o processo de expansão. Na unidade de Paraibuna, o número de células que teve sua

classe alterada se manteve, entretanto, no primeiro período as trajetórias de consolidação representavam 30% das mudanças, enquanto no período seguinte ocorreram apenas expansões.

4. Conclusões

O método de classificação baseada em células e mineração de dados dos padrões espaciais urbanos foi útil para descrever a dinâmica de ocupação nos interiores das unidades da Área de Proteção Ambiental Mananciais do Rio Paraíba do Sul. Estudos como o descrito neste trabalho podem auxiliar na compreensão de como as dinâmicas e os padrões urbanos podem ameaçar os recursos naturais em áreas protegidas de uso sustentável, como as APAs.

Pôde-se perceber que as unidades da APA possuem dinâmicas e padrões urbanos bastante heterogêneos, impossibilitando uma abordagem que trate a APA como uma unidade de análise única, o que requer avaliar as especificidades de cada unidade para propostas de monitoramento.

As trajetórias apontaram que, nas unidades da APA do Putim e de Monteiro Lobato, as dinâmicas de mudanças de uso e cobertura da terra, principalmente as relacionadas à expansão, ocorreram tão ou mais intensamente do que em áreas que não pertencem a APA como, por exemplo, nas unidades do Putim e de Monteiro Lobato. Isso indica que os padrões urbanos não foram influenciados pela criação da Área de Proteção Ambiental, criada em 1982. Essas duas unidades, no momento da criação da APA, já apresentavam formas de ocupação urbana antes de sua criação, dificultando esta adequação.

A criação e manutenção de Unidades de Conservação enquanto instrumento de planejamento territorial ambiental pode ser eficiente, entretanto, este trabalho corrobora o fato de que apenas a criação das UCs não é suficiente para garantir que seus objetivos de proteção dos mananciais sejam cumpridos, é preciso monitorá-las e avaliá-las periodicamente.

Em trabalhos futuros, pretende-se compreender de que formas a dinâmica e os padrões urbanos afetam os mananciais do Rio Paraíba do Sul, e estender a análise para o decênio seguinte (2010).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Dra. Cláudia Maria de Almeida e seus colaboradores por cederem os dados de mapeamento da cobertura da terra realizado anteriormente, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq) pela bolsa de mestrado de um dos autores, e ao INPE pelo suporte para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- AGEVAP. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Resende, RJ: [s.n.].
- ALMEIDA, C. M. DE et al. **Morphological metrics and unsupervised neural networks to analyse urban sprawl and intercity commuting** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007
- BRASIL. **SNUC Sistema Nacional de Unidades de conservação: texto da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000 e vetos da presidência da República ao PL aprovado pelo congresso Nacional**. 2ª. ed. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2000. p. 76
- BRASIL. **Relatório Parametrizado: Área de Proteção Ambiental Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Brasil: [s.n.].
- DAL'ASTA, A. P. et al. **Evolução do arranjo espacial urbano e das terras agrícolas no entorno de Santarém (Pará) no período de 1990 a 2010: Uma análise integrada baseada em sensoriamento remoto e espaços celulares** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: 2013
- FEITOSA, F. **Índice espaciais para mensurar a segregação residencial: o caso de São José dos Campos (SP)**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2005.
- FUNDAÇÃO SEADE. **Perfil Municipal - São José dos Campos**. Disponível em: <<http://www.seade.sp.gov.br>>. Acesso em: 6 nov. 2014.
- ICMBIO. **APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2014.
- KÖRTING, T. S.; FONSECA, L. M. G.; CÂMARA, G. GeoDMA—Geographic Data Mining Analyst. **Computers & Geosciences**, v. 57, p. 133–145, ago. 2013.
- QUINLAN, J. R. **C4.5: Programs for Machine Learning**. [s.l: s.n.]. v. 1p. 302
- SAITO, E. A. **Caracterização de trajetórias de padrões de ocupação humana na Amazônia Legal por meio de mineração de dados**. São José dos Campos: INPE, 2011.
- SÃO PAULO. **Unidades de conservação da natureza**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Fundação Florestal, 2009. p. 104
- SILVA, M. P. DOS S. et al. Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 16, p. 4803–4822, ago. 2008.
- IUCN. **Guidelines for applying protected area management categories**. Gland, Switzerland: IUCN, 2008. p. 86