

A PAISAGEM AGRÍCOLA NO TERRITÓRIO: ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE TREMEMBÉ/SP

Nayla Ingrid Ramos Martins ¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
nayla.martins@inpe.br

Abstract. This paper aimed to characterize the agricultural landscapes present in the Metropolitan Region of Paraíba Valley and North Coast (RMVPLN) territory, from the Italian territorial system perspective, which addresses the farmers importance as the main “territory producers” in open spaces, which can be assigned central functions for sustainable development. It presents as object of study the municipality of Tremembé/SP, characterized by rice production along the Paraíba do Sul River floodplain since the 19th century and horticulture, product of the establishment of settlements by agrarian reform. Census data were analyzed with the list of producers and municipal agricultural establishments, were applied digital image processing techniques and spatial attributes disaggregation, through operations in cell grids.

Key-words: remote sensing, population indicators, sustainable development, land use and cover, land management.

1. INTRODUÇÃO

Em busca de tratar os valores patrimoniais presentes no território e integrá-los ao planejamento e revalorização do lugar nas estratégias de desenvolvimento. O *Sistema territorialista*, constituído pela coordenação de laboratórios universitários italianos, aborda a importância dos agricultores como os principais “produtores de território” nos espaços abertos, aos quais podem ser atribuídas funções centrais para o desenvolvimento sustentável. Por meio da identificação de modalidades técnicas, de gestão, financeiras e de valorização dos ecossistemas e das redes ecológicas, à valorização das paisagens e da arquitetura dos lugares (MAGNAGHI, 2005). Sob esta ótica, buscou-se caracterizar as paisagens agrícolas presentes no território da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). Cujos primeiros núcleos urbanos desenvolveram-se as margens do Rio Paraíba do Sul, a partir do surgimento do núcleo de São Francisco das Chagas de Taubaté, que atuou como centro de irradiação de povoamento (MÜLLER, 1969). Escolheu-se como objeto de estudo a produção agrícola no município de Tremembé, um dos primeiros núcleos desenvolvidos, componente do “ciclo taubateano” de urbanização e colonização regional. Em meados do século XIX, os monges trapistas iniciaram o plantio de arroz ao longo da várzea da Maristela em Tremembé, a partir da qual, a rizicultura passou a ser praticada em toda a várzea do Vale do Paraíba paulista, estendendo-se desde Jacareí até Guaratinguetá (MANFREDINI JUNIOR, 2011). A produção agrícola no município caracteriza-se também pela horticultura, produzida nos assentamentos Conquista e Olga Benário, derivados de iniciativas governamentais de redistribuição de terras a partir da década de 1980, contexto que se associou à defesa do direito a terra por parte de diversas comunidades camponesas, indígenas e populações tradicionais, que passaram a reivindicar o reconhecimento do direito às áreas ocupadas ancestralmente (NORDER, 2013). Destacando-se o assentamento Conquista, ex-fazenda Horto Tremembé, da Petrobrás, para exploração de xisto betuminoso, com 1290 ha, 96 famílias com imissão de posse expedida em Mai-1994. Tipicamente urbano, caracterizado pela lavoura de subsistência e a produção orgânica entre as atividades exploradas (RIEHELMANN, 2006). Foram analisados os dados censitários do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) - Censo Agro 2017, tabelas SIDRA (Sistema IBGE de Recuperação Automática) e CNEFE (Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos), os quais fornecem a relação de produtores e estabelecimentos agrícolas municipais. Para a caracterização da paisagem, estes estudos foram associados a procedimentos de processamento digital das imagens CBERS-4 PAN 5m e PAN 10m fusionadas, de modo a obter imagens com alta resolução espectral e espacial. Realizou-se a classificação supervisionada para o recorte de área que contém maior proporção de produtores e variabilidade de padrões a serem observados. Identificaram-se as tipologias agrícolas de pequena, média e

larga escala analisadas em relação às demais classes. Efetuou-se o procedimento de desagregação espacial com a associação de grade celular, abordagem que utiliza métodos espaciais e/ou estatísticos, com ou sem dados auxiliares, para a realocação espacial dos dados existentes, os quais são transferidos de uma unidade espacial para outra (BUENO, DANTONA, 2016). Por meio das tipologias identificadas foi possível compreender a caracterização da paisagem agrícola e a forma como se distribui no espaço. Avaliar a atuação como produtora e conservadora de território, valores patrimoniais, ambientais e paisagísticos nos espaços abertos em âmbito municipal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O município de Tremembé localiza-se no estado de São Paulo, componente da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) instaurada pela Lei Complementar 66/2011, de 9 de janeiro de 2012, sub-região 3. Para a aplicação das análises por meio de processamento digital de imagens, utilizou-se o recorte compreendido entre as coordenadas geográficas 22°0'54.529"S a 22°0'58.522"S e 45°0'36.445"W a 45°0'30.790"W, conforme esquema da Figura 1.

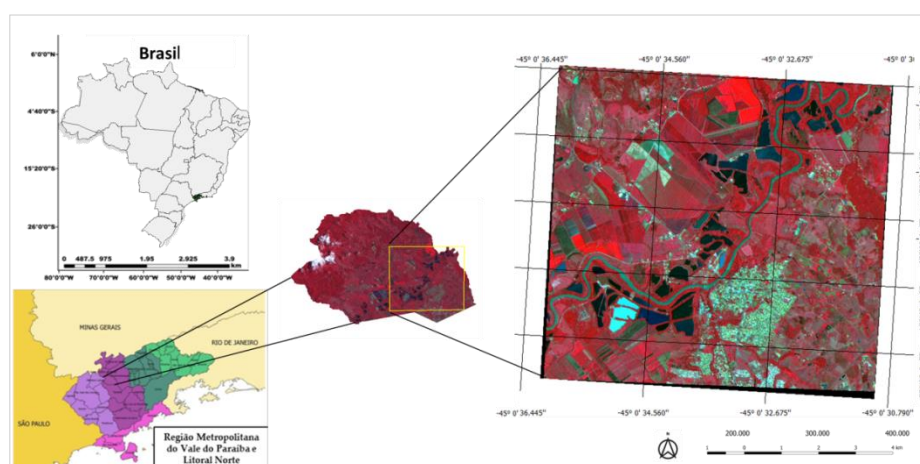


Figura 1. Caracterização da área de estudo, município de Tremembé/SP, IBGE, adaptado, TerraView 5.3.3.

O município de Tremembé advém do surgimento dos primeiros núcleos urbanos consolidados ao longo das margens do Rio Paraíba do Sul. Ainda dentro do “ciclo taubateano” de colonização e urbanização regional, foi consolidada como povoado pela construção, em 1672, de capela edificada pelo capitão-mor Manuel da Costa Cabral, da leva dos primeiros povoadores, que lhe constituiu patrimônio (MÜLLER, 1969).

2.2. Base de dados e procedimentos adotados

Para a análise da paisagem agrícola do município de Tremembé/SP, foram consultados dados censitários (IBGE - Censo Agro 2017, SIDRA, CNEFE), associados a procedimentos de processamento digital das imagens CBERS-4 PAN 5m e PAN 10m, data 08/08/2019. Foram escolhidas as tabelas SIDRA do Censo Agro 2017, referentes ao número de estabelecimentos agropecuários (unidades) do município de Tremembé, quanto as variáveis: Sexo, Faixa etária, Alfabetização e Etnia. As quais foram representadas em forma de gráficos para a melhor compreensão dos dados. Observou-se que os produtores locais são predominantemente do sexo masculino (86%), com faixa etária a partir dos 30 anos, alfabetizados (96%) e das etnias branca (68%), devido ao desenvolvimento agrícola por mão de obra imigrante europeia, e etnia parda (24%), pois a população vale paraibana é caracterizada por ser mestiça (brancos, indígenas, negros e orientais), Figura 2.

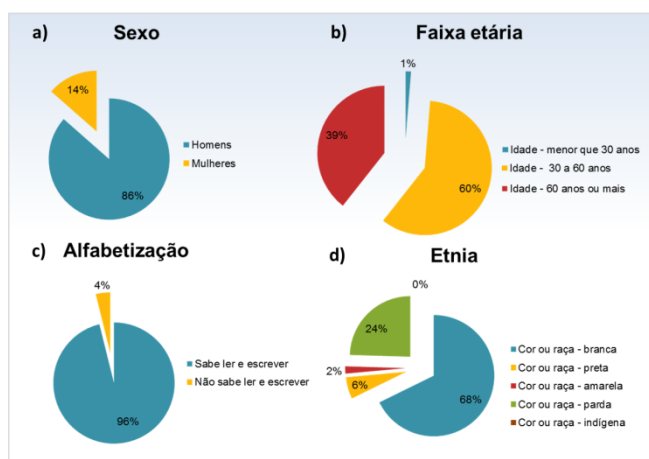


Figura 2. Representação dos dados censitários referentes ao Sexo, Faixa etária, Alfabetização e Etnia dos produtores agrícolas do município de Tremembé/SP, SIDRA, Censo Agro 2017, IBGE, adaptado.

Analisou-se também a relação de estabelecimentos agropecuários (unidades) por forma de obtenção de terras e tipos de produção. Observou-se a predominância de estabelecimentos concedidos por titulação ou licença de ocupação por reforma agrária (50%), iniciativas governamentais de redistribuição de terras a partir da década de 1980, contexto que se associou à defesa do direito a terra por parte de diversas comunidades camponesas, indígenas e populações tradicionais, que passaram a reivindicar o reconhecimento do direito às áreas ocupadas ancestralmente (NORDER, 2013). Seguidos pela obtenção de terras por compra de particular (32%), herança ou doação (10%), posse não titulada (6%) e usucapião (2%). Em relação aos tipos de produção, destacam-se os estabelecimentos produtores de horticultura (91%) e atividade agroindustrial (9%). A predominância de estabelecimentos produtores de horticultura está associada em grande parte as unidades componentes do assentamento Conquista, ex-fazenda Horto Tremembé, da Petrobrás, para exploração de xisto betuminoso, com 1290 ha, 96 famílias com imissão de posse expedida em Mai-1994. Tipicamente urbano, caracterizado pela lavoura de subsistência e a produção orgânica entre as atividades exploradas (RIEHELMANN, 2006). A produção agroindustrial caracteriza-se principalmente pela comercialização de derivados da produção agropecuária e de arroz em grão (5%). O arroz destaca-se como a maior produção agrícola do município, com 5711 toneladas produzidas e área colhida de 973, 260 hectares, conforme o Censo Agro 2017 (Figura 3).

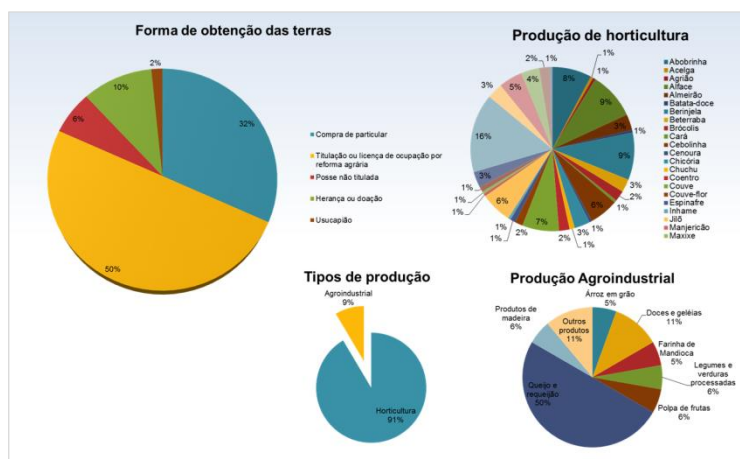


Figura 3. Representação dos dados censitários referentes a Forma de obtenção de terras, Tipos de produção, Produção de Horticultura e Agroindustrial no município de Tremembé/SP, SIDRA, Censo Agro 2017, IBGE, adaptado.

Conforme Tabela 1 (SIDRA), analisou-se a relação do número de estabelecimentos agropecuários (unidades) do município de Tremembé/SP produtores de agricultura orgânica. Atividade praticada por apenas três dos 161 estabelecimentos levantados pelo Censo Agro 2017.

Tabela 2. Número de estabelecimentos agropecuários por uso de agricultura orgânica no município de Tremembé/SP, SIDRA, Censo Agro 2017, IBGE.

Tabela 6652 - Número de estabelecimentos agropecuários por uso de agricultura orgânica - resultados preliminares 2017	
Variável - Número de estabelecimentos agropecuários (Unidades)	
Município - Tremembé (SP)	
Ano - 2017	
Uso de agricultura orgânica	
Agricultura/pecuária orgânica - não faz	Agricultura/pecuária orgânica - sim, faz
158	3
Fonte: IBGE - Censo Agropecuário	

Obtiveram-se a relação de produtores agrícolas no município de Tremembé a partir dos dados do CNEFE (Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos), referentes ao levantamento realizado para o Censo Agro 2017, do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Os dados consistiam em vetores pontuais georreferenciados indicando a concentração de produtores ao longo da área municipal, com atributos referentes a localização das propriedades, como os dados de latitude e longitude, altitude, endereços, nomes dos produtores, situação e os códigos (unidade federativa, município, distrito e subdistrito). Os dados foram categorizados conforme a coluna “DSC_Localidades”, referente aos bairros de cada estabelecimento (Figura 4).

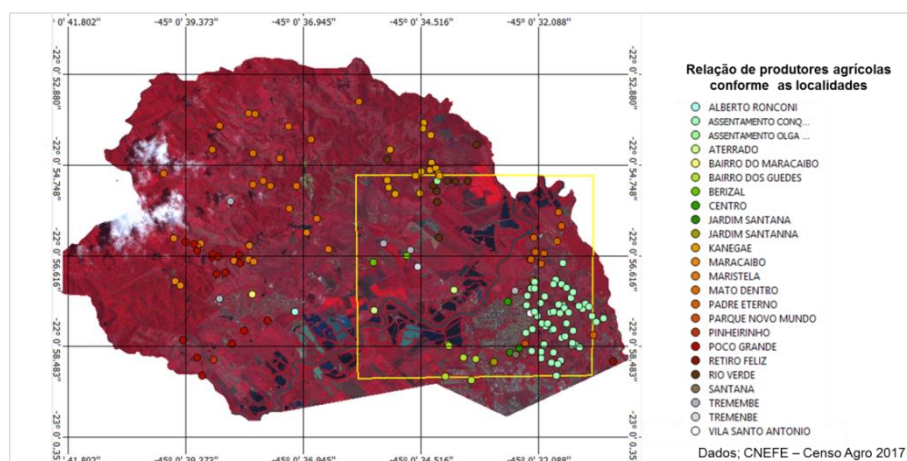


Figura 4. Distribuição espacial dos produtores agrícolas ao longo do município de Tremembé/SP, CNEFE, Censo Agro 2017, IBGE, adaptado, TerraView 5.3.3.

A partir da análise da relação de produtores espacializados, foram identificados diferentes padrões agrícolas, assim como a variação da quantidade de produtores em relação à proporção de terras. Efetuou-se o recorte de uma área que continha maior proporção de produtores e variabilidade de padrões a serem observados. A cena selecionada foi submetida a procedimentos de processamento digital de imagens. Realizou-se a fusão e contraste das bandas 2, 3 e 4 (RGB) do satélite CBERS-4, sensor PAN 10m, com a banda 1 do sensor PAN 5m (Infravermelho), no software ENVI 4.7, com o intuito de obter imagem com altas resoluções espacial e espectral. As seguintes bandas foram compostas em falsa-cor, na sequência R4G3B2, com o intuito de realçar os alvos vegetais. Utilizando o software SPRING 5.5.6, realizou-se o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), calculado como a diferença de razão entre a refletância medida no dossel nas faixas vermelha e infravermelha próxima, respectivamente (BHANDARI, 2012), equação 1:

$$(1) \text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Vermelho})}{(\text{NIR} + \text{Vermelho})}$$

Em que NIR corresponde a banda do infravermelho próximo.

De modo a identificar as áreas com atividade fotossintética, evidenciada pela alta reflexão na banda do infravermelho próximo e absorção na banda do vermelho. Pelo qual foi possível identificar as áreas com produção agrícola, processos de rotação de culturas (diferentes índices próximos a 1) e pousio, que apresentava baixa resposta

espectral (próximo a 0), assim como os alvos urbanos e aquáticos, os quais possuem baixa ou nula atividade fotossintética vegetal. Para executar processos de classificação mais acurados, realizou-se a segmentação da cena por crescimento de regiões (limiar de similaridade: 25 e área do pixel: 25), procedimento pelo qual os *pixels* ou as sub-regiões são agrupados em regiões maiores, com base em critérios de similaridade predefinidos para o crescimento (GONZALES, WOODS, 2010), equação 2:

$$(2) P(R) = \begin{cases} \text{VERDADEIRO,} & \text{se } |f(x, y) - f(r, s)| \leq T \\ \text{FALSO,} & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Em que T é o limiar; f(r, s) representa o pixel semente e f(x, y) representa os pixels conectados ao pixel semente por vizinhança.

Após o procedimento de segmentação, foi realizada a classificação supervisionada por regiões pelo método Bhattacharya, algoritmo que utiliza a distância de Bhattacharya para aferir a separabilidade estatística entre os pares de classe espectral (JENSEN, 1996), equação 3:

$$(3) B(p_i, p_j) = \frac{1}{2} (m_i - m_j)^T \Sigma^{-1} (m_i - m_j) + \frac{1}{2} \ln \frac{|\Sigma|}{|\Sigma_i|^{1/2} |\Sigma_j|^{1/2}}$$

B = distância de Bhattacharya; P_i e P_j = pixels nas classes i e j; m_i e m_j = médias das classes i e j; T = matriz transposta; ln = logaritmo neperiano; e i e j = classes dentro do contexto.

A sequência das técnicas utilizadas pode ser observada conforme Figura 5.

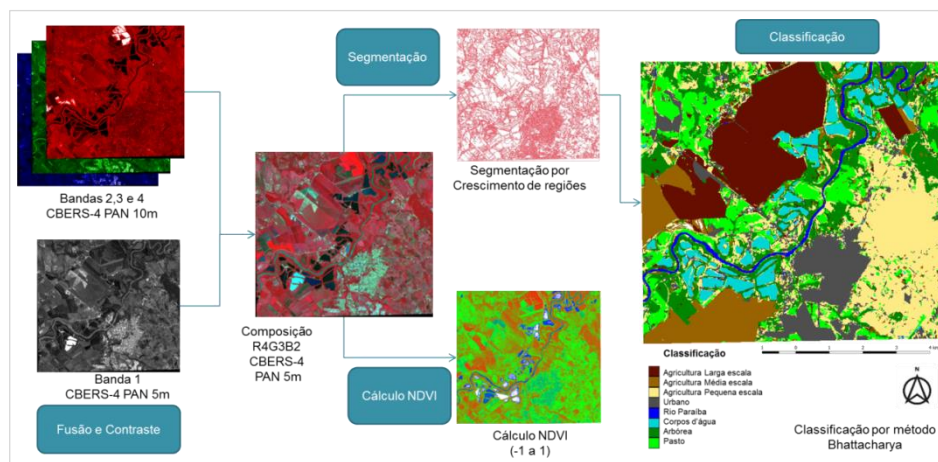
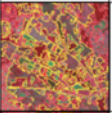



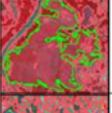
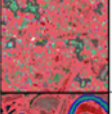
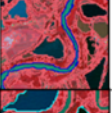
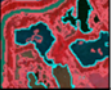


Figura 5. Métodos de processamento digital de imagens, aplicados a cena estudada, ENVI 4.7, SPRING 5.5.6.

Foram definidas as classes referentes à Agricultura de Pequena, Média e Larga Escala, vegetação Arbórea e de Pastagem, Área urbana, e para o Rio Paraíba do Sul e Corpos d'água, formados pela atividade de mineração ao longo da várzea do rio. Identificadas a partir das diferentes tipologias espaciais (formas e segmentos) e espectrais, encontradas no recorte estudado. Os elementos classificados foram avaliados utilizando o sistema padronizado de classificação, desenvolvido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, LCCS – *Land Cover Classification System* (FAO, 2010). Método adotado para assegurar a interpretabilidade da classificação, permitir a utilização dos resultados para outras aplicações e permitir a comparabilidade com mapeamentos futuros (SIANI, 2016). Os padrões identificados foram organizados e descritos conforme Tabela 2.

Tabela 2. Tipologia das classes de uso e cobertura da terra.

Padrão	Tipologia	Padrão de ocupação	Descrição LCCS
	Talhões pequenos e irregulares	Agricultura de Pequena Escala: Caracteriza-se pela produção de horticultura	Presença mandatória de plantação ou pomar (80-100%) e opcional de pousio (0-30%).
	Talhões regulares de proporção intermediária	Agricultura de Média Escala: Caracteriza-se pela rotação de cultura (arroz e cereais).	Presença mandatória de plantação (70-100%), opcional de pousio (0-30%) ou rotação de cultura (0-70%).
	Talhões regulares ou irregulares (larga escala)	Agricultura de Grande Escala: Caracteriza-se pela rotação de cultura (arroz e cereais).	Presença mandatória de plantação (70-100%), opcional de pousio (0-30%) ou rotação de cultura (0-70%).
	Segmentos orgânicos e densos	Árbóreo: Presença de maciços de vegetação arbórea, advindos de fragmentos florestais ou silvicultura.	Presença mandatória de árvores (80-100%).
	Segmentos orgânicos e uniformes	Pastagem: Presença de cobertura vegetal baixa ou solo compactado por atividade agropecuária.	Presença mandatória de gramíneas (51-100%), opcional de solo exposto (0-50%).
	Pequenos e irregulares aglutinados	Área urbana: Malha urbana municipal consolidada.	Presença mandatória (80-100%) de espaço construído; asfalto; traçado urbano definido; Vegetação com cobertura de 5-20%.
	Sinuoso e contínuo	Rio Paraíba do Sul: Principal formação hidrológica da Bacia do Paraíba do Sul em forma de meandros.	Presença mandatória e exclusiva de corpos d'água.
	Segmentos irregulares pontuais	Corpos d'água: Lagos resultantes de atividades de mineração.	Presença mandatória de corpos d'água (70-100%), opcional de rochas expostas (0-40%) e solo exposto (0-20%).

Associou-se uma grade celular, com unidades espaciais de 100x100m, para a extração e desagregação dos atributos gerados a partir da classificação. Abordagem que utiliza métodos espaciais e/ou estatísticos, com ou sem dados auxiliares, para a realocação espacial dos dados existentes, os quais são transferidos de uma unidade espacial para outra (BUENO, DANTONA, 2016). Calculou-se a porcentagem das classes por área das unidades celulares.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise da desagregação espacial dos dados da imagem classificada, foi possível compreender a disposição espacial das tipologias agrícolas, categorizadas de 0 a 100% de ocorrência por unidade celular, e a caracterização das paisagens. Observou-se que a agricultura de larga escala dispõe-se ao longo da várzea do Rio Paraíba do Sul, à margem superior. Apresenta como principal produção o arroz, desde o século XIX com as expedições dos monges trapistas e posteriormente pela mão-de-obra imigrante. Para a conservação do solo, há a prática de rotação de culturas, com o plantio de cereais, como milho, aveia e feijão, alternados com as safras de arroz. Observou-se que apresentam grandes quantidades de terras em relação ao número de produtores da categoria (Figura 6).

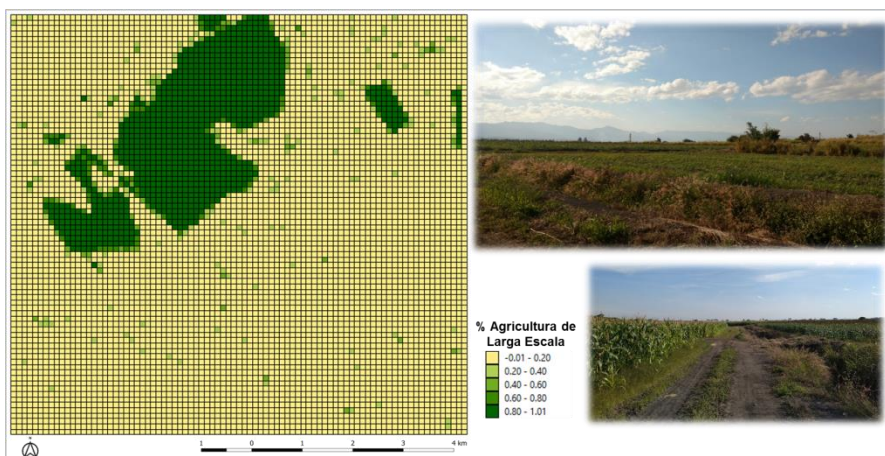


Figura 6. Distribuição espacial da classe Agricultura de Larga Escala, grade celular 100x100m, TerraView 5.3.3. Plantação de arroz e rotação de culturas ao longo da várzea do Rio Paraíba do Sul. Fotos: Autora, 2019.

A disposição das áreas onde há produção agrícola de média escala, ocorre em menor proporção em relação à de larga escala, porém conservam características semelhantes, como a produção de arroz e rotação de cultura, desenvolvidas em talhões regulares e menores, dispostas ao longo das margens do rio (Figura 7).

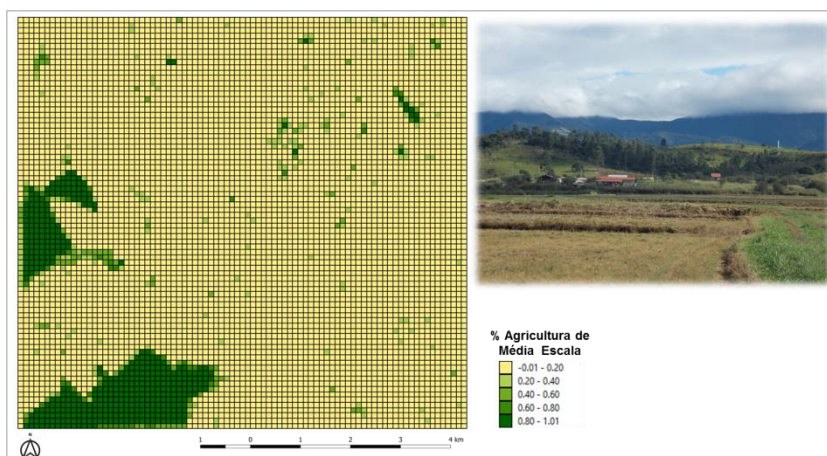


Figura 7. Distribuição espacial da classe Agricultura de Média Escala, grade celular 100x100m, TerraView 5.3.3. Plantação de arroz e rotação de culturas ao longo da várzea do Rio Paraíba do Sul, Tremembé/SP. Foto: Autora, 2016.

A produção agrícola de pequena escala, é desenvolvida majoritariamente nos assentamentos Conquista, instituído na década de 1990, e Olga Benário, destacando-se pela produção de horticultura. Por tratar-se de áreas redistribuídas aos produtores por iniciativa de reforma agrária, há maior concentração de diferentes produtores ao longo de sua extensão. Os assentamentos contribuem para a produção de alimentos orgânicos no município (Figura 8).

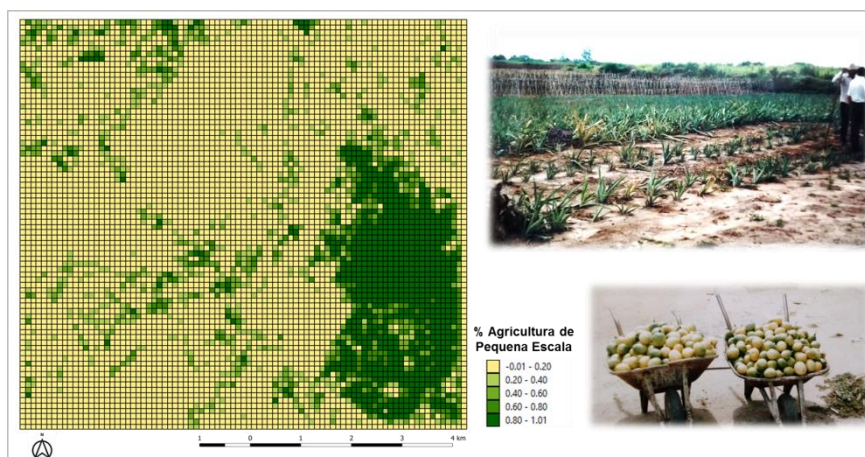


Figura 8. Distribuição espacial da classe Agricultura de Média Escala, grade celular 100x100m, TerraView 5.3.3. Assentamento Conquista, Tremembé/SP. Foto: Acervo pessoal, 2005.

Observou-se que a produção agrícola é um importante componente na morfologia espacial do município de Tremembé e atua como potencial social e econômico. Por ocuparem áreas extensas e planas, as tipologias agrícolas, contribuem como espaços abertos na conservação da paisagem natural, como a vista para a Serra da Mantiqueira, bem patrimonial paisagístico da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que a prática agrícola pode atuar como conservadora do território e da paisagem, devido à análise das relações espaciais entre a presença do Assentamento Conquista em Tremembé e da produção ao longo da várzea, que auxiliaram na contenção da expansão urbana às margens do Rio Paraíba do Sul. Caracteriza-se por uma composição dinâmica, devido à sazonalidade entre as culturas produzidas ao longo do ano, majoritariamente temporárias. Os alimentos produzidos no assentamento são orgânicos e destacam-se como um dos principais produtos agrícolas municipais. A produção de arroz na várzea do Paraíba atua como saber produtivo, patrimônio sociocultural da região.

A diferença de proporção entre a quantidade de produtores por área produzida entre as classes agricultura de larga, média e pequena escala, demonstram a importância das iniciativas de reforma agrária em âmbito nacional, a partir da década de 1980, para o desenvolvimento econômico e social. Ao redistribuir as terras a novos produtores, contribuiu para a subsistência das famílias contempladas e também para a maior produtividade local. Trouxe nova dinâmica ao uso do solo, que partiu de iniciativa privada e poderia ser utilizada para outros fins, com maiores impactos a paisagem e ao ambiente. Concluiu-se que as áreas agrícolas podem contribuir como potencial na gestão territorial dos espaços abertos e para o desenvolvimento sustentável do município e região.

5. REFERÊNCIAS

- BUENO, M. C. D.; DANTONA, A. O. **Data integration to determine vulnerability to climate change**. Statistical Journal of the IAOS. Amsterdam, Holanda, 2016, Vol. 32, Fac. 4, p.489–496.
- FAO. **Land Cover Classification System**. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital Image Processing**. 3. ed. Berlin/Heidelberg: Prentice Hall, 2010. 976 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agro 2017. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Tremembé, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em 15 de Ago. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agro 2017. Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE). Tremembé, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017/cnefe.html>. Acesso em 14 Jul. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades. Tremembé, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/tremembe/pesquisa/24/76693>. Acesso em 13 Jul. 2019.
- JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 2ª. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 316 p.
- MAGNAGHI, Alberto. “Il ritorno dei luoghi nel progetto”, in MAGNAGHI, A. (a cura di), **La rappresentazione identitaria del territorio: atlanti, codici, figure, paradigmi per il progetto locale**, Alinea, Firenze 2005 (p. 7-18). Tradução Renata Hermanny Almeida.
- MANFREDINI Júnior, J. E. M. **A Colmeia da Trapa: os monges trapistas e os trabalhadores rurais em Tremembé-SP - (1904-1931)**. Universidade de Taubaté-UNITAU, Taubaté-SP, 2011.
- MÜLLER, N. L. **O fato urbano na bacia do rio Paraíba, Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia, 1969.
- NORDER, L. A. Contextos e estimativas da Reforma Agrária no Brasil (1982-2010). **Revista Ciências Humanas**. Taubaté-SP: Universidade de Taubaté (UNITAU), 2013, Vol. 7, N. 2, p. 48-61.
- RIEHELMANN, C. C. **Rurbanização, desenvolvimento e vida: o caso do Assentamento Nova Esperança I, do MST, em macrozona de expansão urbana de São José dos Campos**. Perspectivas para o planejamento urbano e regional. Universidade do Vale do Paraíba, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, São José dos Campos-SP, 2006.
- SIANI, S. M. O. **ISAM – Um sistema de indicadores para o monitoramento da área de proteção ambiental mananciais do Rio Paraíba do Sul**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 2016.