

# ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA EM INTEGRAÇÃO LAVOURA, PECUÁRIA E FLORESTA NO ESTADO DE SÃO PAULO.

*Sandro Eduardo Marschhausen Pereira<sup>1</sup>, Ladislau Araújo Skorupa<sup>1</sup> e Celso Vainer Manzatto<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Embrapa Meio Ambiente, sandro.pereira@embrapa.br; ladislau.skorupa@embrapa.br; celso.manzatto@embrapa.br

## RESUMO

Este trabalho irá explorar a generalização espacial em sistemas de informações geográficas (SIG) da escala local à municipal. O trabalho original é o mapeamento de áreas prioritárias de para ações de transferência de tecnologia (TT) em Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), no estado de São Paulo. Essa utilizou o Método de Análise Hierárquica (AHP) e a modelagem em SIG nas avaliações. Assim, calculou-se a proporção entre a área de classe de prioridade e a área agrícola do município para esta generalização. Foi concluído que é possível explicar a classe de prioridade a partir dos critérios originais. Além disso, este tipo de trabalho poderia contribuir na consolidação de uma economia agrícola de baixo carbono. Como resultado, foi identificado que as classes de prioridade maiores estão em regiões com alto potencial agrícola. Finalmente, São Paulo apresenta: 21,8% dos municípios com alta prioridade; 25,2% com média; 23,7% com baixa e 27,4% com muito baixa.

**Palavras-chave** — Generalização espacial, Políticas públicas, Análise Multicritério - AMC, Desenvolvimento regional, Sistema de Informações Geográficas - SIG.

## ABSTRACT

This paper will explore the upscale of results of thematic integration in Geographic Information System (GIS) from local scale to municipal scale. The original work is the priority areas mapping for technology transfer actions (TT) of Crop-Livestock-Forest Integration (CLFI) in São Paulo State. It was a Multicriteria Analysis using together Analytic Hierarchy Process and GIS modeling. Thus, we calculate the ratio of each amount of priority class area and the agricultural area of each municipality for this upscale. We conclude that was preserved the possibility of explain the priority class from combined evaluation of the original criteria. Furthermore, this kind of work could contributes to consolidate a Low Carbon Agricultural Economy. As a result, we identified that the higher priority classes to CLFI-TT are in regions with high agricultural potential. Finally, São Paulo has: 21,8% municipality with high class; 25,2% with average; 23,7% with low and 27,4% with very low.

**Key words** — Spatial upscale, Public policies, Multicriteria Analysis - MCA, Regional development, Geographic Information System - GIS.

## 1. INTRODUÇÃO

O Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) é uma estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes. [1, 2]

Sua relevância como estratégia de produção sustentável a elevou ao status de política pública com a promulgação da Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta [2]. Adicionalmente, está inserida nas estratégias brasileiras para a redução das emissões de carbono pela agricultura [3], como uma das tecnologias preconizadas pelo Plano ABC [4], onde há o compromisso de expansão da adoção em 4 milhões de hectares até 2020, bem como um adicional de expansão de 5 milhões de hectares (Mha) até 2030, conforme expresso nos compromissos nacionalmente determinados (NDC) do governo brasileiro no escopo do Acordo de Paris [5].

Recentemente, a Embrapa desenvolveu, com o apoio da Associação Rede ILPF, um estudo visando a priorização de áreas para ações de Transferência de Tecnologia (TT) de todo o território nacional [6].

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise individualizada do estado de São Paulo quanto às classes de prioridades para ações de TT em ILPF, por município, e verificar se é possível explicar a classe de prioridade final do município em função dos critérios adotados na avaliação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é o Estado de São Paulo, que possui 24,8 Mha [8] e 645 municípios [9] com 45,5 Milhões de habitantes. Na priorização realizada pela Embrapa, a área antropizada agrícola do estado, sem restrições ambientais, é de 18,9 Mha, e corresponde à quarta maior do Brasil. Foi hierarquizado com 6,47 Mha com aptidão alta para TT, 4,95 Mha com aptidão média, 3,27 Mha com aptidão baixa, 2,64 com aptidão muito baixa e 1,61 Mha de áreas inaptas [7].

Essa priorização levou em conta a importância da coexistência de um conjunto fatores que favorecem o processo de adoção e o seu estabelecimento em determinado território, incluindo fatores agronômicos/ambientais; socioeconômicos e políticos/institucionais/legais. Para a qual, o recorte espacial foi a área antropizada pela agropecuária. A avaliação da prioridade foi realizada com uma Análise Multicritério (AMC) baseada em 10 indicadores

geoespaciais. Esses tiveram pesos diferenciados estabelecidos por especialistas no tema ILPF. Os pesos foram calculados com o Processo de Análise Hierárquico (AHP). Então, foi realizada a modelagem em Sistema de Informação Geográfica (SIG) [6,7].

Este trabalho teve como referência a base de dados elaborada e utilizada na priorização de áreas para ações de TT no estado de São Paulo. A partir dessa base, foram selecionados: 1) o mapeamento das áreas prioritárias na região sudeste; 2) os indicadores geoespaciais e dados socioeconômicos; 3) dados de produção (área de pastagem; área, valor e quantidade da produção agrícola e o número de cabeças de bovinos e bubalinos por município) e 4) a localização das Unidades de Referência Tecnológica em ILPF (URT), que são locais em que a ILPF é testada em campo pela Embrapa e parceiros. Os dados utilizados para este trabalho estão disponíveis na Biblioteca Geoespacial da Embrapa Meio Ambiente (<http://geo.cnpma.embrapa.br/>).

Essas bases foram organizadas e processadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Então, a classe de prioridade do município foi calculada pela soma ponderada da área de cada classe de prioridade presente no município em função da sua área antropizada agrária (Eq. 1).

$$N_m = \sum_{p=1}^n (N_p \times S_p) / S_a \quad \text{Onde: } S_a = \sum_{p=1}^n S_p \quad (\text{Eq. 1})$$

$N_m$  – nota do município.  $N_p$  – nota do polígono da classe de prioridade.  $S_p$  – área do polígono da classe de prioridade.  $S_a$  – área antropizada agrária do município. OBS.: Os valores de  $N_p$  podem ser 0 (inapto), 25 (muito baixo), 50 (baixo), 75 (médio) ou 100 (alto)<sup>10</sup>.

A prioridade calculada de cada município foi classificada em função da  $N_m$  seguindo a mesma linha de corte de  $N_p$ . Assim, para  $N_m = 0$ , então, Não Prioritária (0). Para  $0 < N_m \leq 25$ , então, muito baixa (25). Para  $25 < N_m \leq 50$ , então, baixa (50). Para  $50 < N_m \leq 75$ , então, média (75). E, para  $N_m > 75$ , então, alto (100).

Dos 10 critérios geoespaciais utilizados no estudo original, 7 apresentam valor uniforme para todo o município e 3 podem apresentar variação dentro do território municipal. Os 7 critérios com valor uniforme para o território municipal são: 1) Quantidade de pastagem degrada no município; 2) Acesso à infraestrutura agropecuária; 3) Adoção de ILPF; 4) Perfil tecnológico do município; 5) Presença de atores institucionais; 6) Políticas Públicas de ILPF; 7) Políticas Públicas de Recuperação de Pastagem Degrada (RPD). Enquanto os 3 critérios com variação de valores no território são: 1) Produtividade da Pastagem; 2) Aptidão do solo e 3) Viabilidade de acesso a vias de escoamento [6, 7]. Contudo, o critério Viabilidade de acesso a vias de escoamento teve o mesmo valor (Classe Alta) para todo o estado, o que levou a não ser considerado no estudo desse trabalho.

Os critérios que apresentavam várias classes dentro do município foram organizados indicando o quanto de área o município apresentava de cada classe do critério. Enquanto,

os critérios com valores uniformes para todo município e os dados produção agrícola e pecuária foram organizados por município. Os dados de produção considerados foram: 1) valor da produção agrícola; 2) número de cabeças de gado e 3) área de pastagem. Finalmente, verificou-se as classes de prioridade dos municípios com URT, analisou-se quais critérios foram predominantes para explicar as classes de prioridade e a distribuição espacial das classes de prioridade em relação aos dados de produção das mesorregiões.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que, no geral, os municípios de uma classe de prioridade agregam mais de 80% dos polígonos dessa mesma classe. Por outro lado, a maior parte do restante das áreas está classificada com a classe de prioridade imediatamente inferior à classe do município (Tabela 1).

**Tabela 1. Distribuição dos polígonos de classes de prioridade segundo a classe de prioridade do município.**

Prioridade municipal	Classes de prioridade dos polígonos (% do total da classe)				
	NP	MB	B	M	A
Alta (A)	15.78	0.00	0.00	10.91	93.88
Média (M)	23.79	0.00	15.47	86.38	5.62
Baixa (B)	22.39	17.68	82.47	2.62	0.49
Muito Baixa (MB)	37.28	82.32	2.06	0.09	0.00
<b>Total (Mha)</b>	<b>1.61</b>	<b>2.64</b>	<b>3.27</b>	<b>4.95</b>	<b>6.47</b>

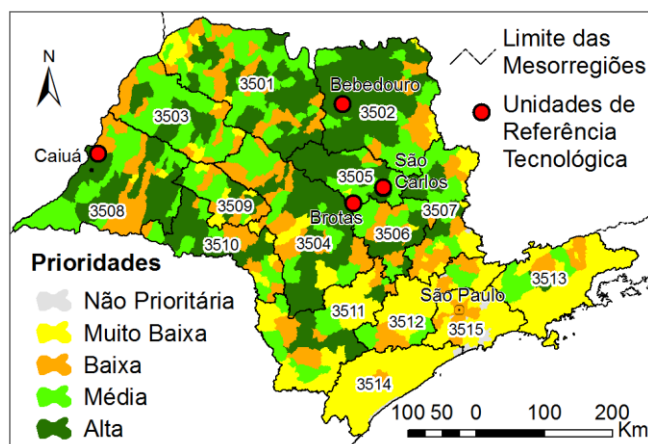
Quanto ao número de municípios por classe de prioridade, foi observado que houve uma distribuição equilibrada por classe de prioridade (Tabela 2), exceto NP. A classe Alta com 141 (21,8%) municípios de 645, a Média com 163 (25,2%), a Baixa com 153 (23,7%), a Muito Baixa com 177 (27,4%) e a Não Prioritária com 11 (1,7%). Isso ocorreu, provavelmente, porque tanto os critérios geoespaciais utilizados na avaliação quanto a prioridade do polígono final da integração foram classificados com a utilização de quartis empíricos[7]. Nesse caso, cada quartil corresponde a uma classe e terá aproximadamente 25% das ocorrências do critério. Assim, mesmo que a classe do município tenha sido definida em função da posição do valor de  $N_m$ , sem a utilização dos quartis empíricos, provavelmente, a adoção desses na classificação dos critérios influenciou nessa distribuição.

Entretanto, essa distribuição equilibrada das classes de prioridade não ocorre na espacialização territorial das classes por município (Figura 2). Ou seja, 40% (6 de 15) das mesorregiões do estado reúnem 82,9% (117 de 141) dos municípios com prioridade Alta. Essas mesmas mesorregiões agrupam 65% (106 de 153) dos municípios com prioridade Média, 60,1% (92 de 153) dos com Baixa e 14,6% (26 de 177) daqueles com Muito Baixa prioridade. Assim, os municípios com alta prioridade encontram-se, na maioria, em 6 mesorregiões: São José do Rio Preto (3501), Ribeirão Preto (3502), Araçatuba (3504), Araraquara (3505), Presidente

Prudente (3508), Assis (3510).

Ao comparar com os dados de produção, essas mesorregiões detêm 64,9% do valor da produção agrícola do estado, 59,2% das cabeças de gado, 55,5% da área de pastagem.

Por outro lado, os municípios com prioridade Muito Baixa concentram-se nas mesorregiões próximas ao litoral de São Paulo (Figura 2). Nesse caso, as mesorregiões Itapetininga (3511), Macro Metropolitana Paulista (3512), Vale do Paraíba Paulista (3513), Litoral Sul Paulista (3514) e Metropolitana de São Paulo (3515) reúnem 79,1% (140 de 177) desses municípios. Ainda foi observado que as mesorregiões Macro Metropolitana Paulista, Litoral Sul Paulista e Metropolitana de São Paulo não possuem municípios com prioridade Alta e que as mesorregiões Litoral Sul Paulista e Metropolitana de São Paulo não possuem municípios com prioridade Média. Destaca-se que essas 5 mesorregiões apresentam dominância de relevo acidentado [10] e 68,4% da área de remanescentes florestais do estado, portanto, com baixo potencial agrícola. Ao comparar com os dados produção, essas mesorregiões detêm 14,4% do valor da produção agrícola do estado, 17,2% das cabeças de gado, 22% da área de pastagem.



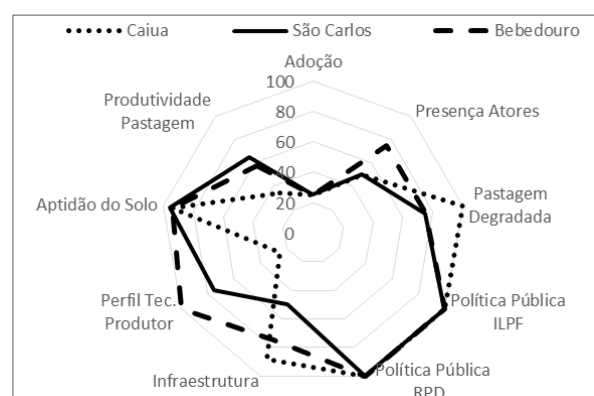
**Figura 1. Classes de prioridade, Unidades de Referência Tecnológica e Mesorregiões do Estado de São Paulo.**

Onze municípios apresentaram prioridade zero. Dos quais, Águas de Lindóia, Águas de São Pedro, Arujá, Itaquaquecetuba, Louveira, Mongaguá, Praia Grande e Santos estão nessa classe em função da aptidão edáfica. São Caetano do Sul e Taboão da Serra estão nessa classe por não apresentar uso antrópico agrário no mapeamento de uso da terra utilizado. Por fim, Ilha Comprida, que apresenta todo seu o território dentro da Área de Preservação Ambiental Ilha Comprida.

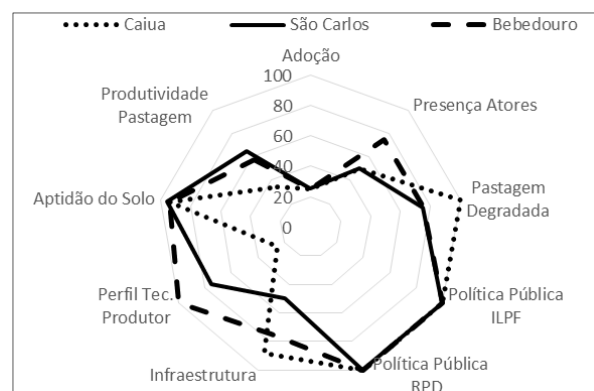
Em relação aos demais municípios, as variações de prioridades não podem ser explicadas de forma agrupada por um ou mais critérios da hierarquização utilizada, devendo-se analisar os pesos relativos dos critérios município a município. As Figuras 2, 3 e 4 apresentam o comportamento das variáveis em alguns dos municípios classificados como

de alta, média e baixa prioridades. Ou seja, não é possível realizar uma análise que associe a classe de prioridade a algum critério dominante.

Assim, a definição estratégica das ações de TT a serem implementadas nos municípios deve ser realizada após análise prévia dos critérios que impactam de forma mais relevante na definição da classe de prioridade, como por exemplo, presença de atores locais, aptidão das terras, infraestrutura etc.

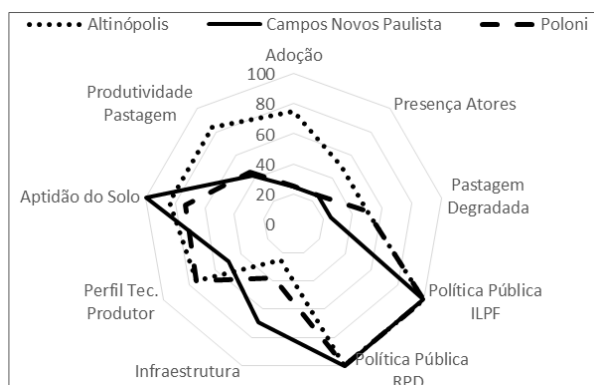


**Figura 2. Comportamento das variáveis nos municípios de Bebedouro, Caiua e São Carlos, classificados com Alta prioridade.**

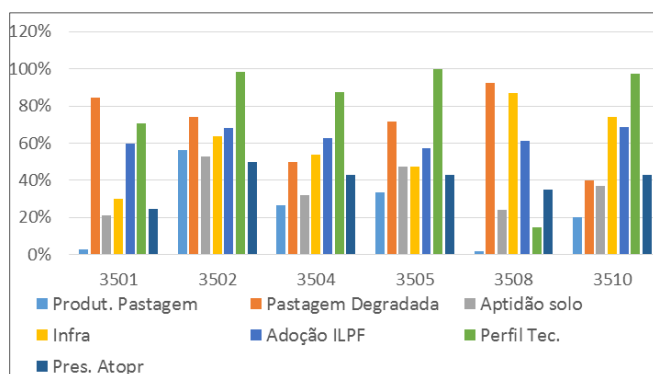


**Figura 3. Comportamento das variáveis nos municípios de Brotas, Monte Aparaizel e Santa Mercedes, classificados com Média prioridade.**

O comportamento das variáveis impossibilitou uma análise que associasse a classe de prioridade a algum critério predominante, o que obriga uma análise individual do município. Contudo, ao agregar os dados de produção por classes de prioridade, observou-se que os 304 municípios de alta e média prioridade (47,1% dos 645) detêm 72,7% do valor da produção agrícola do estado, 60,8% das cabeças de gado, 57% da área de pastagem. Assim, a partir de uma análise da presença das classes alta e média de cada critério nos municípios das 6 mesorregiões supracitadas (Figura 5), observou-se que os critérios que mais se destacaram foram Pastagem degradada e Perfil tecnológico da região.



**Figura 4. Comportamento das variáveis nos municípios de Altinópolis, Campos Novos Paulista e Poloni, classificados com baixa prioridade.**



**Figura 5. Distribuição da ocorrência das classes alta e média de cada critério geoespacial para os municípios das 6 mesorregiões que concentram os municípios de alta e média classes de prioridade.**

#### 4. CONCLUSÕES

Em linhas gerais, essa a generalização adotada preservou a possibilidade de explicar a prioridade municipal a partir da análise dos critérios originais. No entanto, nenhum critério da avaliação ponderada foi determinante para definir as classes de prioridade dos municípios, essas foram determinadas em função da associação de um conjunto desses critérios. Contudo, municípios que não apresentam área antropizada agrária ou apresentam todo o seu território com aptidão edáfica inapta ou contidos dentro de Unidades de Conservação Ambiental tiveram sua classe definida por esses fatores.

O estado de São Paulo contava com cerca de 860 mil hectares com algum tipo de sistema ILPF na safra 2015/2016 [11]. Os resultados aqui apresentados indicam que cerca de 50% dos municípios paulistas estão incluídos nas classes de alta e média prioridades para a implementação de ações de TT em ILPF, representando aproximadamente 11,2 Mha. Estes números demonstram o grande espaço para a expansão de áreas com tais sistemas no estado.

As indicações de áreas prioritárias no estado para ações de TT em ILPF vem contribuir para a implementação de

políticas públicas específicas onde o tema se insere, como, por exemplo, o Plano Estadual de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura do Estado de São Paulo

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Associação Rede ILPF, à Plataforma ABC, ao Laboratório de Geotecnologias e Métodos Quantitativos da Embrapa Meio Ambiente, à Embrapa Instrumentação Agropecuária, ao LAPIG/UFV e ao professor José de João de Alencar (UFAC).

#### 6. REFERÊNCIA

- [1] BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. D. O.; STONE, L. S. F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Embrapa Cerrados-Livro científico (ALICE), 2011.
- [2] BRASIL. Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil 2013.
- [3] BRASIL. Pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima 2015.
- [4] MAPA, B.; MDA, B. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília, DF:MAPA/MDA/ACS 2012.
- [5] KÄSSMAYER, K.; FRAXE NETO, H. J., Eds. entrada em vigor do acordo de Paris: o que muda para o Brasil? Texto para Discussão nº 215. Brasília, DF: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, Texto para Discussão nº 215ed. 2016.
- [6] SKORUPA, L. A. et al. Guidelines and criteria for definition of priority areas for technology transfer actions of crop-livestock-forest integration in Brazil. Embrapa Meio Ambiente - Resumo em anais de congresso (ALICE): In: World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems, 1.; International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems, 3, 2015, Brasília. Towards sustainable intensification: proceedings... Brasília: Embrapa, 2015.
- [7] PEREIRA, S. E. M. et al. Análise multicritério para planejamento em sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta. DOCUMENTOS. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 114: 44 p. 2018.
- [8] Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE). Estatísticas por cidade e estado. 2017. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 17 set. 2018.
- [9] \_\_\_\_\_. Estrutura territorial de 2017. 2017. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 17 set. 2018.
- [10] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Classes de declividade para definição de sistemas de produção ILPF - SP (TIF). Jaguariúna, SP: Embrapa Meio ambiente 2018. Disponível em: < <http://geo.cnpma.embrapa.br/> >. Acesso em: 17 set. 2018.
- [11] \_\_\_\_\_. ILPF em números. Embrapa Agrossilvopastoril. Folder. 12p. 2016. Disponível em < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158636/1/2016-cpamt-ilpf-em-numeros.pdf> >. Acesso em 05 mar 2018.