



**ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO DA AGRICULTURA: DINÂMICAS E DETERMINANTES NA AGRICULTURA PARAENSE**

*INDEX OF AGRICULTURE MODERNIZATION: DYNAMICS AND DETERMINANTS IN PARAENSE AGRICULTURE*

**Joyce dos Santos Saraiva**

Universidade da Amazônia – UNAMA, Brasil  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2791-0667>  
E-mail: [joyce.saraivaa@gmail.com](mailto:joyce.saraivaa@gmail.com)

**Alfredo Kingo Oyama Homma**

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0330-9858>  
E-mail: [alfredo.homma@embrapa.br](mailto:alfredo.homma@embrapa.br)

**Caio Cezar Ferreira de Souza**

Universidade da Amazônia – UNAMA, Brasil  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0038-277X>  
E-mail: [caiocfdesouza@gmail.com](mailto:caiocfdesouza@gmail.com)

**Nilson Luiz Costa**

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Brasil  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3718-0434>  
E-mail: [nilson.costa@ufsm.br](mailto:nilson.costa@ufsm.br)

**Maria Lúcia Bahia Lopes**

Universidade da Amazônia – UNAMA, Brasil  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3718-0434>  
E-mail: [malubahialopes7@gmail.com](mailto:malubahialopes7@gmail.com)

**Marcos Antônio Souza dos Santos**

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Brasil  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1028-1515>  
E-mail: [marcos.marituba@gmail.com](mailto:marcos.marituba@gmail.com)

**Submetido:** 14 fev. 2024.

**Aprovado:** 18 jun. 2024.

**Publicado:** 25 jul. 2024.

**E-mail para correspondência:**

[joyce.saraivaa@gmail.com](mailto:joyce.saraivaa@gmail.com)

**Resumo:** Nem todas as regiões conseguem promover o seu desenvolvimento de forma duradoura e permanente, como é o caso do Estado do Pará. Diante disso, o presente estudo tem por objetivo apresentar um diagnóstico do nível de modernização da agricultura das microrregiões paraenses, estimando o Índice de Modernização Agrícola (IMA) e seus fatores determinantes no período de 1995/1996 a 2017, através da aplicação de análise fatorial, que consiste em uma técnica estatística multivariada para averiguar padrões entre determinadas variáveis a fim de resumi-las em um número menor de fatores. Foi possível constatar que a evolução da modernização ocorreu em todas as microrregiões analisadas entre 1995/1996 e 2017, porém de forma heterogênea. Entre 1995/1996 a 2006 a ascensão ocorreu de forma mais significativa na porção Nordeste e Sudeste do estado, apoiada pela infraestrutura logística e pelo crescimento da produção de grãos, sobretudo na região de Paragominas. O Estado do Pará, ao longo dos anos, mesmo avançando significativamente no quesito modernização agrícola, ainda não tem conseguido promover o seu desenvolvimento de forma contínua e permanente para toda sua extensão, isso é refletido no alto coeficiente de variação resultante do IMA.

**Palavras-chave:** Análise Fatorial. Desenvolvimento Rural. Nível Tecnológico. Estado do Pará. Amazônia.

**Abstract:** Not all regions are able to promote their development in a lasting and permanent way, as is the case of the State of Pará. Given this, the present study aims to present a diagnosis of the level of modernization of agriculture in the micro-regions of Pará, estimating the Index of Agricultural Modernization (IMA) and its determining factors in the period from



1995/1996 to 2017, through the application of factor analysis, which consists of a multivariate statistical technique to investigate patterns between certain variables in order to summarize them into a smaller number of factors. It was possible to verify that the evolution of modernization occurred in all micro-regions analyzed between 1995/1996 and 2017, but in a heterogeneous way. Between 1995/1996 and 2006 the rise occurred more significantly in the Northeast and Southeast portions of the state, supported by the logistical infrastructure and the growth in grain production, especially in the Paragominas region. The State of Pará, over the years, despite making significant progress in terms of agricultural modernization, has still not been able to promote its development in a continuous and permanent manner throughout its entire area, this is reflected in the high coefficient of variation resulting from the IMA.

**Keywords:** Factor Analysis. Rural Development. Technological Level. State of Pará. Amazon.

## Introdução

Desde os anos de 1960, os estados brasileiros vêm passando por profundas mudanças, constituídas não só de transformações nos processos produtivos, mas também, pela incorporação de novas tecnologias, viabilizando a modernização do sistema e o seu desenvolvimento. Com a implantação da indústria de equipamentos e insumos no Brasil nesse mesmo período, esse processo acabou se estabelecendo de forma concreta.

Esse processo envolve inúmeras mudanças econômicas, sociais, tecnológicas, sendo extremamente complexo sua análise. Engloba um indicador de diferentes áreas, como econômicas, sociais, demográficas, sendo considerado, portanto, uma concepção bastante complexa e plurissetorial. O processo de modernização é algo quase que natural em economias capitalistas, pois os agentes econômicos que atuam neste sistema sempre estão motivados a buscar novas tecnologias, tanto para aumento do seu lucro como para não ficar atrás de seus concorrentes <sup>(1)</sup>.

Estudos realizados em 1971 <sup>(2)</sup>, também apresentam um avanço no que diz respeito às visões que consideram as mudanças técnicas apenas como um processo exógeno ao sistema econômico, considerando-o um produto de avanços autônomos na base do conhecimento técnico e científico, e não apenas como resposta dos agentes econômicos orientada para substituir recursos mais escassos e/ou custosos por outros mais abundantes e baratos. Isto é, a mudança tecnológica é vista como um fator endógeno, como elemento dinâmico do desenvolvimento da agricultura, em resposta às condições herdadas do ambiente natural e econômico.

A importância da agricultura pode se alterar de uma região para a outra, dentro de um país e ao longo do tempo <sup>(3)</sup>. Dessa forma, as regiões que possuem agricultura mais atrasada



precisam passar por transformações, pela modernização das técnicas agrícolas, para que sua agricultura se torne moderna e dinâmica, com elevadas taxas de crescimento da produção e da produtividade, sendo assim, capazes de estimular o desenvolvimento econômico.

Atualmente, tanto a agricultura quanto a indústria são esferas importante ao falarmos de desenvolvimento de uma região ou país, entretanto, isso não era visto em décadas passadas, pois a agricultura era subordinada como auxiliar no processo de desenvolvimento, e a indústria era o propulsor desse processo <sup>(4)</sup>.

Logo, é possível entender que a modernização da agricultura é um importante fator para o crescimento e desenvolvimento de estados, regiões e países. Entretanto, nem todas as regiões conseguem promover o seu desenvolvimento de forma constante, como é o caso do Estado do Pará. Essa ineficiência estabelece diversos ciclos fortemente sustentados apenas pela utilização e destruição dos recursos naturais desses locais, além disso, outra causa dessa asserção é a carência por tecnologias agrícolas e ambientais, dificultando também a geração de renda e emprego para a população amazônica <sup>(5)</sup>.

A partir da década de 1990, novas atividades mais intensivas em tecnologia surgiram em diversos estados da Amazônia Legal, inclusive no Estado do Pará, pois devido à expansão populacional, a concentração nas cidades e o crescimento da renda, ocorreu a ampliação pela demanda de alimentos. Nesse contexto, esforços concentrados no aumento da produtividade devem ser a chave para que não haja desordem entre a oferta e a demanda por produtos agrícolas, já que há implicações decorrentes da incorporação de novas áreas ao sistema produtivo <sup>(6)</sup>.

No Pará, as transformações ocorridas na agricultura brasileira também puderam ser percebidas. Enquanto no Estado, 68,25% dos estabelecimentos agrícolas têm acesso à energia elétrica, um bem utilizado de forma estratégica no processo de modernização, no país, esse percentual chega a 83,12%, e no estado de São Paulo, atinge 88,05% dos estabelecimentos rurais <sup>(7)</sup>.

O presente estudo busca responder o seguinte problema de pesquisa: visto a importância e o avanço da agricultura nas regiões brasileiras, ao pensarmos em modernização e ganhos de produção, como o Estado do Pará tem se comportado nos últimos anos? Mesmo sendo reconhecido o processo de modernização agrícola como avanço no sentido positivo em muitos estados brasileiros, partimos do pressuposto que considerar o processo inverso também ocorreu, aumentando ainda mais as disparidades regionais.



Dada a importância das mudanças técnicas atreladas ao projeto de modernização do território, mais especificamente à modernização da estrutura produtiva do campo, ter conhecimento sobre o estágio de desenvolvimento do setor rural é fundamental para se estabelecer políticas públicas consistentes para determinar o próximo passo em busca do desenvolvimento agrícola.

Diante disso, o presente estudo tem por objetivo avaliar o nível de modernização da agricultura das microrregiões paraenses, estimando o Índice de Modernização Agrícola (IMA) e seus fatores determinantes no período de 1990 a 2017.

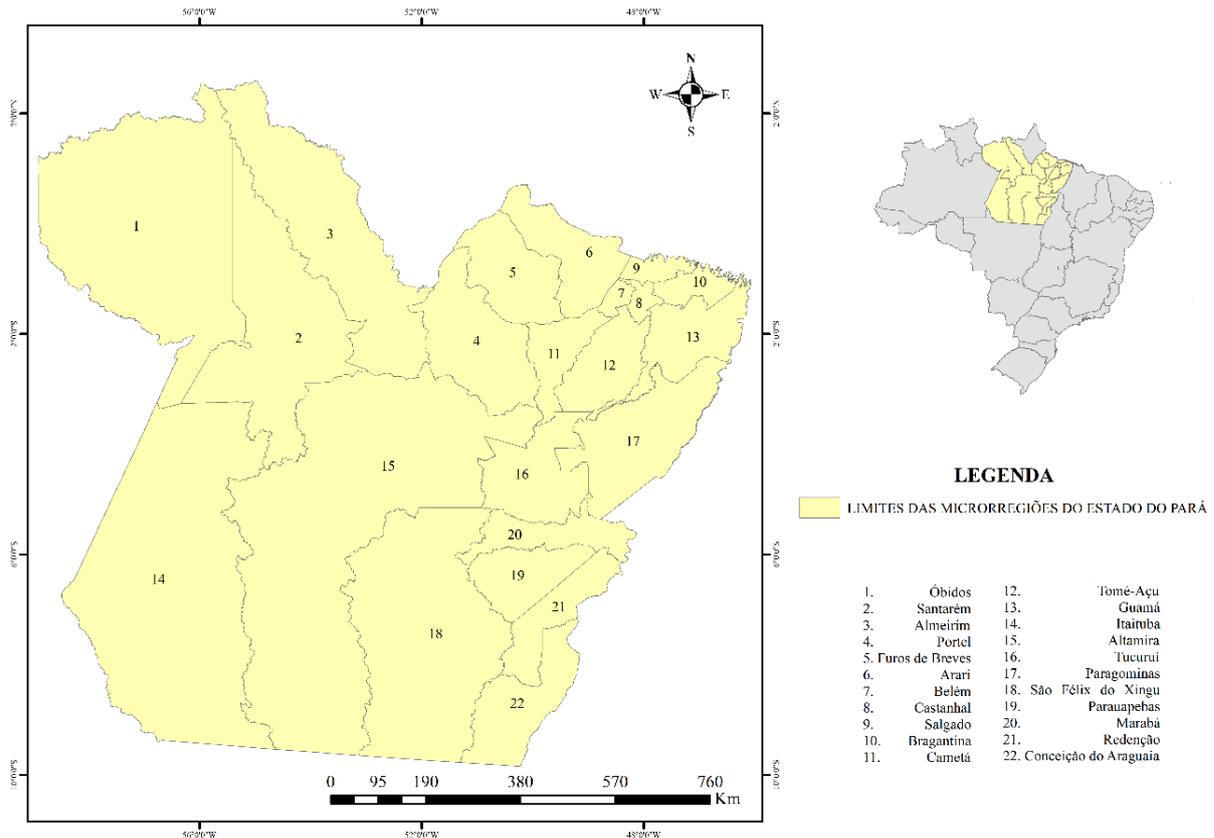
## **Metodologia**

### **Área de estudo e Fontes de dados**

O Estado do Pará, com área de 1.245.870,707 km<sup>2</sup>, representa 29,83% da Amazônia brasileira (4.196.943,00 km<sup>2</sup>) e 14,65% do território nacional (8.515.767,049 km<sup>2</sup>). Dentro dessa unidade da federação estão grandes mesorregiões e microrregiões que foram determinadas a partir de uma perspectiva espacial e social do território.

A pesquisa é quantitativa e exploratória, com dados secundários, cujo desenvolvimento busca preencher as lacunas que ainda assolam estudos acerca da modernização paraense. Foi direcionada as microrregiões do Estado do Pará, que foram definidas para fins estatísticos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e possuem suas especificidades, passando por profundas transformações, representadas não só por mudança nos processos produtivos como, também, pela incorporação de novas tecnologias.

As microrregiões são Almeirim, Altamira, Arari, Belém, Bragançã, Cametá, Castanhal, Conceição do Araguaia, Furos de Breves, Guamá, Itaituba, Marabá, Óbidos, Paragominas, Parauapebas, Portel, Redenção, Salgado, Santarém, São Félix do Xingu, Tomé-Açu e Tucuruí (Figura 1).

**Figura 1. Mapa de localização das Microrregiões paraenses**

Fonte: Dos autores (2022).

Os dados para desenvolvimento da pesquisa foram adquiridos a partir dos últimos três censos agropecuários (1995/1996, 2006 e 2017), disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para as microrregiões do Estado do Pará. Ocorreu o processamento inicial dos dados pelo software Microsoft Office Excel 2016, para organização dos mesmos e, posteriormente, foi aplicada a análise fatorial através do software IBM SPSS *Statistics* 22, para compor o Índice de Modernização da Agricultura (IMA).

Os indicadores para compor a análise, foram definidos assumindo que, a relação de instabilidades/estabilidades entre estes afetará diretamente os resultados da produção dos agricultores. Estes fatores são de grande relevância para modernização, visto que, conforme Vieira Filho e Silveira <sup>(8)</sup>, investimentos na agricultura tendem a proporcionar o aumento da capacidade de absorção de conhecimento externo, sendo que agricultores competem por uma



melhor e mais eficiente combinação de insumos para terem vantagens comparativas em relação aos concorrentes.

### Índice de Modernização da Agricultura Paraense

O Índice de Modernização da Agricultura (IMA) foi criado através da aplicação da análise fatorial, que consiste em uma técnica estatística multivariada para averiguar padrões entre determinadas variáveis a fim de resumi-las em um número menor de fatores, que podem ser utilizados para a criação de indicadores <sup>(9,10,11)</sup>.

Análise Fatorial é uma ferramenta que auxilia no resumo das informações do fenômeno em estudo, no caso a modernização agrícola, em um número de fatores menor do que o número de variáveis e sem perda de informação <sup>(12)</sup>.

O modelo básico da análise fatorial pode ser apresentado na Equação 1.

$$\chi = \alpha f + \varepsilon \quad (1)$$

Onde:

$\chi$  = vetor transposto de variáveis aleatórias observáveis;

$\alpha$  = matriz de coeficientes fixos denominados cargas fatoriais;

$f$  = vetor transposto de variáveis não observáveis ou fatores;

$\varepsilon$  = vetor transposto de erros aleatórios.

O objetivo da ferramenta é estimar a matriz de cargas dos fatores, de forma a explicar a correlação existente entre as variáveis observadas, porém pressupõe-se que os fatores latentes são não correlacionados entre si e com todos os fatores comuns, ou seja, os erros são não correlacionados aos fatores e a estrutura inicial utilizada para determinar a matriz de cargas fatoriais pode não fornecer um padrão significativo de cargas das variáveis, por isso não é definitiva <sup>(13)</sup>.

Dessa forma pode acontecer um processo de rotação dessa estrutura através de diferentes métodos, como o Varimax, que tem o objetivo de redistribuir a variância dos primeiros fatores para os demais e, assim, atingir um padrão fatorial mais simples e teoricamente mais significativo <sup>(9,12)</sup>.

Outro ponto relevante na análise fatorial é que para ocorrer a extração de fatores no método das componentes principais é necessário que a raiz característica do fator tenha autovalor maior que um e que os fatores extraídos representem uma variância acumulada de pelo menos 60%.



Os indicadores obtidos através dos censos agropecuários em três períodos distintos (1995/1996, 2006 e 2017), foram utilizadas para extrair os fatores latentes e compor o IMA das microrregiões analisadas e estão apresentados a seguir:

- X1: Nº de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação (%);
- X2: Nº de estabelecimentos agropecuários com uso de adubação (%);
- X3: Nº dos estabelecimentos com uso de calcário/corretivos (%);
- X4: Nº de estabelecimentos que fazem a conservação do solo (%);
- X5: Nº dos estabelecimentos com uso de tração mecânica (%);
- X6: Nº de estabelecimentos agropecuários com tratores (%);
- X7: Nº de estabelecimentos agropecuários com acesso à energia elétrica (%);
- X8: Nº de estabelecimentos agropecuários com acesso a assistência técnica (%);
- X9: Nº de estabelecimentos agropecuários que obtiveram financiamento (%);
- X10: Nº de estabelecimentos com participação em associação e cooperativa (%).

Outras variáveis, como o pessoal ocupado por número de estabelecimentos, área destinada a agricultura (%), área destinada a pecuária (%), número de estabelecimentos com uso de agrotóxicos (%) e número de estabelecimento que fazem controle de pragas e/ou doenças (%) também foram testadas, mas não se adequaram ao modelo, porém vale ressaltar que a ausência delas não compromete os resultados da pesquisa.

A escolha das variáveis foi fundamentada a partir da disponibilidade de dados dos censos agropecuários, assim como das teorias de Schumpeter <sup>(14)</sup>, Schultz <sup>(15)</sup> e Hayami e Ruttan <sup>(2)</sup>, na possibilidade de modernização via avanços tecnológicos, nos conceitos de introdução de novos métodos de produção, introdução de bens/insumos modernos, na difusão de conhecimento e na necessidade de investimentos.

Para criação do IMA, primeiramente, aplicou-se a análise fatorial, com a decomposição em componentes principais e rotação ortogonal dos fatores do tipo Varimax, com os dez indicadores obtidos, a fim de adquirir os fatores, a variância explicada por eles e os escores fatoriais de cada microrregião nos períodos de análise.

Para avaliar a adequação dos dados, foram utilizados os testes Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett, nos quais valores maiores ou iguais a 0,5 para KMO, indica que a amostra é adequada, e significância estatística menor que 0,05 para o teste de esfericidade, aponta correlação entre as variáveis, demonstrando assim que é possível seguir com a análise fatorial <sup>(9)</sup>.

Em seguida, a padronização dos escores fatoriais, de forma a se obter valores em uma escala de 0 a 1, foi realizada a partir da Equação 2.

$$FPij = Fij - Fimin / Fimax - Fimin \quad (2)$$

Onde:

FPij = escore fatorial padronizado;

Fij = escore fatorial;

Fimin = valor mínimo do escore fatorial;

Fimax = valor máximo do escore fatorial.

E, finalmente, o IMA para os três períodos, foi calculado a partir da Equação 3.

$$IMA = \sum \frac{\lambda_i}{\lambda_{AC}} FPij \quad (3)$$

Onde:

$\lambda_i$  = variância explicada pelo fator;

$\lambda_{AC}$  = variância acumulada explicada por todos os fatores extraídos;

FPij = escore fatorial padronizado.

Com os valores obtidos de IMA, foi realizada a classificação das microrregiões, baseada em Lobão e Staduto <sup>(16)</sup>, onde quanto maior o valor do índice, maior o nível tecnológico encontrado na microrregião. Sendo assim:

- Maior que dois desvios-padrão acima da média: modernização muito alta (MMA);
- Entre um e dois desvios-padrão acima da média: modernização alta (MA);
- Entre a média e um desvio-padrão acima da média: modernização regular (MR);
- Entre a média e um desvio-padrão abaixo da média: modernização baixa (MB);
- Menor que um desvio-padrão abaixo da média: modernização muito baixa (MMB).

## Resultados e Discussões

Com relação a qualidade estatística dos resultados do modelo, a aplicação da análise fatorial proporcionou a extração de três fatores os quais sintetizam as informações contidas nas 10 variáveis originais. Estes fatores explicam 83,480% da variância total do modelo (Tabela 1).

**Tabela 1. Raiz característica e percentual da variância explicada por cada fator**

Fatores	Raízes características	Variância Explicada Pelo Fator (%)	Variância Acumulada (%)
1	3,242	32,420	32,420
2	2,665	26,653	59,073
3	2,441	24,408	83,480

Fontes: Dados da pesquisa (2022).

O teste de Bartlett foi estatisticamente significativo (sig.<0,05), rejeitando a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade e o teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) apresentou um valor de 0,787, indicando que os dados se inter-relacionam e, portanto, a análise dos componentes principais pode ser realizada (Tabela 2).

**Tabela 2. Matriz de cargas fatoriais após a rotação ortogonal pelo método Varimax, comunalidades e testes de adequação dos dados**

Indicadores	F1	F2	F3	Comunalidades*
X1	<b>0,932</b>	-0,060	0,132	0,865
X2	<b>0,908</b>	0,178	0,055	0,943
X3	<b>0,833</b>	0,424	0,088	0,827
X4	<b>0,686</b>	0,484	0,099	0,890
X5	0,172	<b>0,955</b>	0,024	0,858
X6	0,146	<b>0,843</b>	0,308	0,858
X7	0,553	<b>0,674</b>	0,312	0,882
X8	0,093	0,010	<b>0,867</b>	0,761
X9	0,067	0,353	<b>0,858</b>	0,751
X10	0,119	0,121	<b>0,850</b>	0,715
KMO	<b>0,787</b>			
	Aprox. Qui-quadrado	582,584		
Teste de esfericidade de Bartlett	df	45		
	p-valor	<b>0,001</b>		
	Sig.			

Fontes: Dados da pesquisa (2022).

Nota: (\*) Proporção da variância total da variável explicada pelos fatores comuns. Aparecem marcados em negrito os fatores de maior peso por variável.

Pela análise das Tabelas 1 e 2, verifica-se que o Fator 1 representa a maior parcela de variância entre os quatro fatores obtidos (32,420%) e está associado positiva e fortemente com os indicadores X1, X2, X3 e X4, que representam variáveis indicativas de práticas de irrigação, adubação, calcário/corretivos e conservação do solo, sugerindo um modelo mais associado ao progresso tecnológico de natureza química e biológica <sup>(17)</sup>. O Fator 1, portanto,



foi definido como “Inovações agronômicas e químicas”. A maior variância acumulada nesse fator demonstra que o processo de modernização da agricultura no estado do Pará, nos moldes da Revolução Verde, que consiste na incorporação de inovações tecnológicas na produção, se deu sobretudo com a utilização de insumos químicos.

O Fator 2 está relacionado fortemente com os indicadores X5, X6 e X7. Estas variáveis indicam o uso de tração mecânica, tratores e estabelecimentos com acesso a energia elétrica, logo, o Fator 2 foi definido como “Inovações mecânicas”. O uso de maquinários agrícolas, assim como os insumos químicos também são base do processo de modernização, a revolução verde.

O Fator 3, por sua vez, relaciona-se, positiva e fortemente, com os indicadores X8, X9 e X10, que representam variáveis associadas à assistência técnica, financiamento e associação e cooperativas, recebendo a denominação de “Inovações institucionais”. O terceiro fator representou a menor variância, sendo dessa forma o que menos contribuiu para a formação do índice de modernização e as suas variáveis foram as que apresentaram menores valores de comunalidades, sendo assim as que menos influenciam na modernização agrícola dos municípios do estado do Pará.

Dessa forma, entende-se que o papel do Estado é fundamental para impulsionar essas variáveis, principalmente nos municípios de menor renda, potencializando o crédito rural e os investimentos em assessoria técnica qualificada, com a presença das EMATERs, além de apoiar o associativismo e cooperativismo como forma de fortalecer os pequenos produtores <sup>(16)</sup>.

A partir do significado de cada fator (F1= Inovações agronômicas e químicas; F2= Inovações mecânicas; F3= Inovações institucionais) podem ser interpretados os escores obtidos na análise fatorial (Tabela 2).

Considerando que os escores fatoriais apresentam distribuição normal, com média zero e variância unitária, pode-se interpretar que quanto maior o escore fatorial, mais avançada tecnologicamente será a agricultura da microrregião em questão. Caso ocorra uma situação inversa, haverá atraso tecnológico, ou seja, quanto menor o escore, mais atrasada será a agricultura da microrregião. Os escores fatoriais nos três períodos, obtidos a partir da matriz de cargas fatoriais e da variância explicada por cada fator, permitiram a seguinte classificação (Tabela 3).

**Tabela 3. Índice de Modernização da Agricultura e escores fatoriais por microrregiões nos anos de 1995/1996, 2006 e 2017**

Período	Microrregião	FP1	FP2	FP3	IMA	Microrregião	FP1	FP2	FP3	IMA
1995/1996		0,053	0,129	0,032	0,071		0,064	0,128	0,093	0,093
2006	Óbidos	0,037	0,143	0,434	0,187	Tomé-Açu	0,162	0,222	0,333	0,231
2017		0,167	0,258	0,294	0,233		0,542	0,466	0,198	0,418
1995/1996		0,061	0,138	0,072	0,089		0,063	0,138	0,035	0,079
2006	Santarém	0,093	0,127	0,456	0,210	Guamá	0,199	0,141	0,377	0,233
2017		0,224	0,394	0,358	0,317		0,512	0,366	0,150	0,360
1995/1996		0,058	0,087	0,132	0,089		0,036	0,144	0,155	0,105
2006	Almeirim	0,020	0,078	0,555	0,195	Itaituba	0,043	0,198	0,330	0,176
2017		0,113	0,191	0,382	0,217		0,025	0,874	0,192	0,345
1995/1996		0,025	0,140	0,000	0,054		0,041	0,159	0,128	0,104
2006	Portel	0,050	0,177	0,125	0,112	Altamira	0,049	0,197	0,432	0,208
2017		0,137	0,249	0,076	0,155		0,172	0,706	0,129	0,330
1995/1996		0,019	0,141	0,023	0,059		0,045	0,122	0,083	0,081
2006	Furos de Breves	0,027	0,169	0,138	0,105	Tucuruí	0,021	0,177	0,503	0,212
2017		0,155	0,230	0,186	0,188		0,158	0,722	0,270	0,371
1995/1996		0,036	0,116	0,116	0,085		0,031	0,210	0,170	0,129
2006	Arari	0,054	0,129	0,235	0,131	Paragominas	0,010	0,364	0,452	0,252
2017		0,170	0,192	0,233	0,196		0,437	0,813	0,387	0,543
1995/1996		0,132	0,135	0,125	0,131		0,035	0,159	0,024	0,072
2006	Belém	0,357	0,000	0,548	0,299	São Félix do Xingu	0,000	0,217	0,489	0,212
2017		0,420	0,268	0,205	0,309		0,035	1,000	0,174	0,384
1995/1996		0,299	0,082	0,109	0,174		0,090	0,125	0,069	0,095
2006	Castanhal	0,690	0,111	0,358	0,408	Parauapebas	0,074	0,196	0,570	0,258
2017		0,994	0,236	0,306	0,551		0,219	0,717	0,299	0,401
1995/1996		0,129	0,103	0,241	0,153		0,029	0,186	0,061	0,089
2006	Salgado	0,549	0,010	0,325	0,312	Marabá	0,051	0,125	0,664	0,254
2017		1,000	0,032	0,203	0,458		0,205	0,675	0,275	0,376
1995/1996		0,064	0,168	0,053	0,094		0,054	0,183	0,052	0,095
2006	Bragantina	0,364	0,225	0,208	0,274	Redenção	0,000	0,323	0,788	0,333
2017		0,896	0,244	0,152	0,470		0,080	0,889	0,313	0,407
1995/1996		0,050	0,138	0,033	0,073		0,024	0,188	0,079	0,093
2006	Cametá	0,157	0,119	0,405	0,218	Conceição do Araguaia	0,049	0,096	1,000	0,342
2017		0,342	0,329	0,237	0,307		0,148	0,876	0,244	0,409

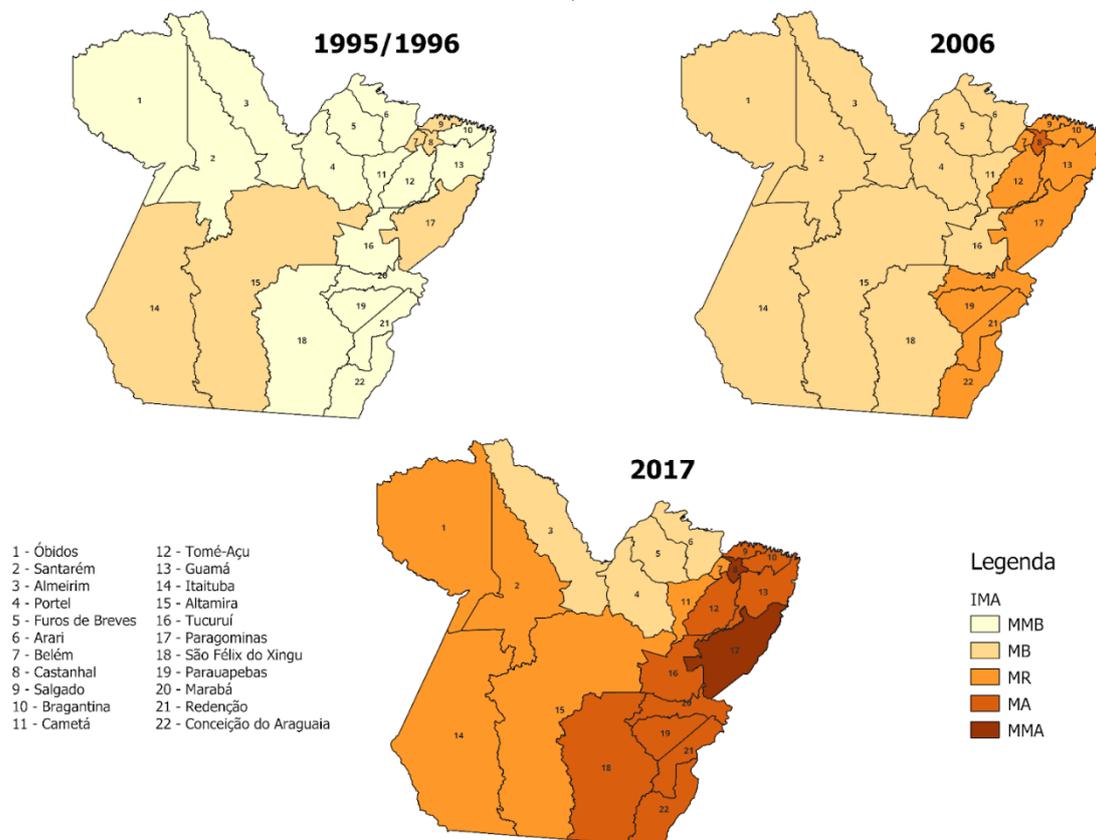
Fontes: Dados da pesquisa (2022).

Após o cálculo do IMA para as 22 microrregiões e para os três períodos analisados foi possível perceber que a média do IMA teve uma crescente contínua, sendo 0,096 em 1995/1996; 0,235 em 2006 e 0,352 em 2017, demonstrando assim o avanço da modernização

agrícola no estado do Pará, porém o coeficiente de variação nos três períodos foi maior que 30%, expondo assim que a modernização foi ocorrendo de forma heterogênea no território, como pode ser visto na Figura 2. Lobão e Staduto <sup>(16)</sup> ao aplicarem um índice de modernização agrícola para todos os municípios da Amazônia, com variáveis semelhantes, para o ano de 2016 encontraram um coeficiente de variação de 40%, confirmando que esse processo ocorre de forma desigual em toda a Amazônia brasileira.

A transformação setorial não acontece ao mesmo tempo, nem na mesma taxa, o processo acaba sendo desequilibrado, pois dependendo das circunstâncias apresentadas, alguns setores podem evoluir mais rapidamente, e outros se desenvolvem de forma mais lenta <sup>(14)</sup>. O autor menciona também que essas desigualdades podem ser explicadas pelo efeito das inovações e sobretudo pelo processo de realocação de recursos entre diferentes ramos da atividade econômica.

**Figura 2. Índice de Modernização Agrícola (IMA) das microrregiões paraenses no período de 1995/1996, 2006 e 2017**



Fonte: Dos autores (2022).



A partir da Figura 2 pode-se destacar dois eixos de modernização da agricultura paraense entre os censos agropecuários de 1995/1996 e 2006, o primeiro é na área da rodovia BR010 (Belém-Brasília), localizada nas microrregiões de Castanhal, Guamá e Paragominas. Destaca-se a influência das grandes rodovias no crescimento econômico das regiões e não se mostrou diferente na área agrícola <sup>(18)</sup>.

Isso pode ser explicado através do modelo de localização de Hayami & Ruttan <sup>(17)</sup>, onde admite um funcionamento superior do mercado de produtos e fatores em economias agrícolas que estão mais próximas dos centros industriais dinâmicos, ou seja, a intensificação da produção agrícola obtém maior desenvolvimento quando impulsionada pelo desenvolvimento urbano-industrial. A microrregião de Castanhal avançou de uma modernização baixa para modernização alta nesse período, impulsionada pelas inovações agronômicas e químicas.

Microrregiões vizinhas a Castanhal, como a Bragantina, Salgado, Guamá e Tomé-Açu também demonstraram contínuo avanço no IMA, também impactado pelo aumento do Fator 1. Essas microrregiões fazem parte do Nordeste Paraense, que é a principal mesorregião onde o dendê avança e, como consequência, há a entrada de empresas de médio e grande porte para o alavancar do cultivo dessa atividade na área <sup>(19)</sup>.

A inserção da dendeicultura nos sistemas de produção familiares trouxe grandes influências, principalmente no que diz respeito a suas práticas, observou-se a intensificação no uso de maquinários para o preparo da área, adubação, corretivos e agrotóxico para o controle fitossanitário <sup>(20)</sup>.

Além do uso de adubação e corretivos do solo, o Fator 1 também representa a utilização de irrigação nos estabelecimentos agropecuários. E as microrregiões do Nordeste Paraense também se destacam nessa variável, sobretudo Castanhal, que foi a segunda maior produtora de açaí no ano de 2020 <sup>(21)</sup>. O plantio do açaí com técnicas produtivas, como manejo, adubação e irrigação, em áreas de terra firme, tem crescido na mesorregião do Nordeste Paraense devido a insuficiência no atendimento da demanda da produção dos açazais nas áreas de várzea <sup>(22,23)</sup>.

O outro eixo de modernização entre 1995/1996 e 2006 foi no Sudeste Paraense, na área entre as microrregiões de Paragominas e Conceição do Araguaia. A microrregião de Paragominas está entre os dois eixos de modernização devido ao crescimento intenso da produção de soja na região, cultura que exige modernos insumos para uma produção eficiente. As regiões localizadas ao Sudeste Paraense, são locais em que a expansão da



produção agrícola já iniciou com técnicas modernas, que não envolvem necessariamente apenas um sistema de integração entre lavoura, pecuária e floresta, pois desde o início ocorre a substituição de pastos naturais por cultivos agrícolas de alta rentabilidade e abundantes em tecnologia, como é o caso da soja <sup>(19)</sup>.

A mecanização da agricultura é um fator chave no avanço da modernização agrícola de Parauapebas <sup>(24)</sup>. Os fatores mecânicos, como o aumento da mecanização agrícola, favorecem para o aumento da produtividade em substituição da mão de obra, permitindo a ampliação das áreas cultivadas ou a escala de produção <sup>(25)</sup>.

Até a década de 1970, a Amazônia era vista como parte de um grande espaço vazio caracterizado pelas potencialidades de seus recursos naturais. Becker <sup>(26)</sup>, ressalta que a região começou a ser vista de uma outra forma após esse período, a conectividade regional que vinha sendo estabelecida, a mineração que ganhava destaque, a existência de interesses conflituosos na região agora fazia parte desse novo contexto na Amazônia.

Apresentando terras com baixos custos, voltou-se os olhares para as áreas que poderiam auxiliar da melhor forma nos interesses econômicos da região Centro-Oeste, Norte e Nordeste, e passou-se a incentivar o aumento da produção agrícola para a exportação, argumentando que esse movimento traria um desenvolvimento para essas regiões, que só foi possível devido a disponibilidade de novas áreas para a valorização do capital <sup>(27)</sup>.

Nas quatro últimas décadas, no Brasil e na América Latina foi fortalecido um tipo específico de inserção na divisão do trabalho, havendo o favorecimento a formação de centros regionais de produção de *commodities*: minerais, agrícolas e pecuárias. Pode-se observar este movimento no Sudeste Paraense, onde a intensificação da produção agropecuária mineral provocou a interação da região com a economia nacional e mundial.

Entre os censos de 2006 e 2017 a região oeste do estado, sobretudo nas microrregiões de Santarém, Itaituba e Altamira, passa a se destacar na modernização agrícola, e nessa área também é possível destacar uma grande rodovia cortando essas microrregiões, a BR 163 (Cuiabá-Santarém) que conecta o estado do Pará ao principal produtor de grãos do país, o estado do Mato Grosso.

O avanço da microrregião de Santarém nos Fatores 1 e 2, elevaram o IMA de muito baixo, em 1995/1996, para regular, em 2017. A partir de 1990, Santarém começou a se tornar uma nova referência na produção de soja e arroz no Brasil e, principalmente, no Estado do Pará. Com o aumento excessivo na área colhida e quantidade produzida da atividade, também ocorre a expansão do cultivo para municípios vizinhos.



A agricultura que passa a ser praticada na região, em especial na microrregião de Santarém, já se inicia com grandes subsídios, principalmente, com relação à ciência e tecnologia, além de estar, essencialmente, voltada para o mercado internacional, o que é um ponto positivo para o estado, porém dificulta a entrada de novos produtores no ramo, pois as áreas onde realizam o cultivo da sojicultura são exigidos cada vez mais conjuntos técnicas e objetos modernizados que viabilizem a manutenção de sua competitividade <sup>(28)</sup>.

A produção de soja só é economicamente viável quando praticada em grandes extensões de terra, em função de todo o investimento em tecnologia que a cultura exige. Santarém é um município estratégico para a exportação da soja, uma vez que em seu porto encontra-se o Terminal Graneleiro da Cargill, empresa multinacional que atua desde 2003 na região. Mesmo com o sucesso da atividade e o grande impacto que causa na balança comercial, a modernização da produção de soja ainda é muito questionada por se tratar de uma matéria prima altamente agroindustrial <sup>(29)</sup>.

Com relação ao Fator 3, destaca-se Redenção, Marabá e Parauapebas, que melhoraram sua performance no ano de 1995/1996 para 2006, entretanto, todas as 22 microrregiões neste fator, evidenciaram queda no IMA com relação ao de 2017, e em grande parte das microrregiões esse decaimento foi motivado pela diminuição de estabelecimentos agropecuários com participação em associação e cooperativa. Neves <sup>(30)</sup>, em seu estudo sobre o impacto das cooperativas na produção agropecuária brasileira, constatou que, houve um efeito positivo nos municípios das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul com relação ao cooperativismo no Valor Bruto da Produção agropecuária, entretanto, para as regiões Norte e Nordeste do país, esse foi mais restritivo, evidenciando que a expansão do cooperativismo não foi um processo heterogêneo nas regiões do Brasil.

As regiões Norte e Nordeste possuem carência no que diz respeito a políticas efetivas de desenvolvimento, refletindo na dificuldade de cooperativas em acessar recursos e estrutura que os possibilitem aprimorar práticas de gestão e produção, além disso, está atrelado também a falta de planejamento e investimentos, resultando em cooperativas com baixo nível de competitividade e capitalização <sup>(31)</sup>. Entretanto, há uma busca pela revitalização do cooperativismo nestas regiões, numa tentativa que envolve universidades, entidades de representação e órgãos públicos e privados na construção de canais para a discussão do modelo mais adequado às realidades locais <sup>(31)</sup>.

Assim como foram destacados os pontos positivos da modernização agrícola no estado do Pará, nas regiões do Nordeste, Sudeste e Oeste Paraense, impulsionadas pelas



produções de Dendê, Açaí, Soja e diversas outras culturas, também é necessário destacar a região que não conseguiu se modernizar de forma significativa, Almeirim e a região do Marajó, composta pelas microrregiões de Portel, Arari e Furos de Breves.

Almeirim, Portel, Arari e Furos de Breves foram as microrregiões que se mantiveram com modernização agrícola muito baixa no censo de 2017, ou seja, se encontram em piores situações de atraso quando comparadas às outras microrregiões. Três dessas constituem a mesorregião do Marajó, que são Portel, Arari e Furos de Breves. Os principais setores econômicos dessa região, vem apresentando sinais de estagnação ou decadência <sup>(32)</sup>.

O Marajó possui características que constituem duas naturezas distintas, mas que por fim, se complementam, sendo seu evidente seu nível de interdependência <sup>(32)</sup>. A primeira é constituída pelo Marajó paradisíaco, que possui características atuais e dinâmicas, enquanto a segundo, é composto por um sistema produtivo pautado na subsistência. A agricultura familiar tem ainda uma característica essencial que é a produção de alimentos para a subsistência familiar, ou seja, sua reprodução <sup>(33,34)</sup>.

O baixo nível no Fator 3 para as microrregiões marajoaras em todos os períodos analisados, pode ser explicado devido, a essa ser a região do estado com menor nível de acesso aos recursos da política de crédito rural. A carência de agências bancárias, assistência técnica, atreladas ao afastamento do produtor de áreas mais centrais e ao baixo nível tecnológico cooperam para que a agropecuária local continue fortemente ligada à exploração de recursos naturais <sup>(35)</sup>.

### **Considerações Finais**

O Índice de Modernização Agrícola das microrregiões paraenses permitiu a avaliação através de três fatores determinantes, inovações agrônômicas e químicas, inovações mecânicas e inovações institucionais. A partir deles foi possível constatar que a evolução da modernização ocorreu em todas as microrregiões analisadas entre 1995/1996 e 2017, porém de forma heterogênea. Esse progresso foi estimulado de forma significativa pelo crescimento das culturas de dendê e soja no estado e pela infraestrutura logística rodoviária, que é responsável por parte do processo de ocupação da terra no estado do Pará, sendo os eixos de modernização principalmente avançando em torno das rodovias federais BR 010 e BR 163.

Entre 1995/1996 e 2006 a ascensão ocorreu de forma mais significativa na porção Nordeste e Sudeste do estado, apoiada pela infraestrutura logística e pelo crescimento da



produção de grãos, sobretudo na região de Paragominas. No período de 2006 a 2017 essa evolução avançou para a região Sul e Sudoeste, na área da rodovia BR 163 e do porto da Cargill, importantes estruturas logísticas do estado, além de destacar Castanhal e Paragominas que alcançaram um nível de modernização muito alto, por serem microrregiões mais próximas do centro comercial do estado e terem importante via de escoamento de produção em seu interior. Porém as microrregiões do Norte do estado, principalmente aquelas que compõem o arquipélago do Marajó, apresentaram um processo muito lento, não conseguindo acompanhar o restante das microrregiões, isso ocorre pela dificuldade de acesso na maioria da região, pela falta de incentivo do estado e pelo processo histórico de ocupação da ilha.

O Estado do Pará, ao longo dos anos, mesmo avançando significativamente no quesito modernização agrícola, ainda não tem conseguido promover o seu desenvolvimento de forma contínua e permanente para toda sua extensão, isso é refletido no alto coeficiente de variação resultante do IMA. Dessa forma, estudos que consigam auxiliar políticas públicas para integrar as regiões com evolução incipiente, e outros que possibilitem a progressão contínua daquelas que estão em franco desenvolvimento são de suma importância para promover o sucesso da agricultura no Estado do Pará.

### Referências

- 1 Kugizaki Y. Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: proposta de um novo modelo. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 1983;21(4):429-428.
- 2 Hayami Y, Ruttan VW. *Agricultural development: an international perspective*. Baltimore: J. Hopkins. 1971:367.
- 3 Bacha CJC. *Economia e política agrícola no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- 4 Stege AL, Parré JL. Fatores que determinam o desenvolvimento rural nas microrregiões do Brasil. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*. 2013;19.
- 5 Homma AKO. *Ciência e tecnologia para o desenvolvimento rural da Amazônia*. *Parc. Estrat.* 2012;17(34):107-130.
- 6 Costa MRTR, Homma AKO, Rebello FK, Filho APSS, Fernandes GLC, Baleixe W. *Atividade Agropecuária no Estado do Pará*. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 2017:164.
- 7 Ibge (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2017). *Censo Agropecuário 2017*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- 8 Vieira Filho JER, Silveira JMF. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. *Revista de economia e sociologia rural*. 2012;50(4):717-73.



- 9 Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE, Tatham RL. *Análise Multivariada de Dados*. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- 10 Manly BFJ. *Métodos estatísticos multivariados: uma introdução*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- 11 Mingoti SA. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: EDUFMG, 2005.
- 12 Santana AC, Santana AL, Santana ÁL, Costa NL, Nogueira AKM. Planejamento Estratégico de uma Universidade Federal da Amazônia: aplicação da Análise Fatorial. *Revista de Estudos Sociais (UFMT)*.2014;32:183-204.
- 13 Gama ZJC, Santana AC, Mendes FAT, Khan AS. Índice de desempenho competitivo das empresas de móveis da região metropolitana de Belém. *Revista de Economia e Agronegócio*. 2007;5(1):127-160.
- 14 Schumpeter JA. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural. 1982:169.
- 15 Scultz T.W. *A transformação da agricultura tradicional*. Rio de Janeiro: Zahar. 1965:207.
- 16 Lobão MSP, Staduto JAR. Modernização agrícola na Amazônia brasileira. *Revista de Economia e Sociologia Rural*.2020;58(2):1-18.
- 17 Hayami Y, Ruttan VW. *Desenvolvimento Agrícola: Teoria e Experiências Internacionais*. Brasília, EMBRAPA – DPU. 1988:583.
- 18 Homma AKO. *História da agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2003:274.
- 19 Miranda RR, Silva M. A. P. Das agroestratégias aos eixos territoriais do agronegócio no estado do Pará. *Boletim DATALUTA*. 2016;99:29.
- 20 Silva EM, Navegantes-Alves LF. Transformações nos sistemas de produção familiares diante a implantação do cultivo de dendê na Amazônia Oriental. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*. 2017;40:345-364.
- 21 Ibge (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2020). *Produção Agrícola Municipal*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 28 abr. 2022.
- 22 Farias Neto JT, Resende MDV, Oliveira MSP. Seleção simultânea em progênies de açaizeiro irrigado para produção e peso do fruto. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2011;33(2):532-539.
- 23 Nogueira AKM, Santana AC de. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. *Revista Ceres, Viçosa*. 2016;63(1):1-7.
- 24 Beckmann E, Santana AC. Modernização da agricultura na nova fronteira agrícola do Brasil: MAPITOBA e Sudeste do Pará. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* 2019;12,(1):81-102.
- 25 Seidler EP, Filho LFF. A Evolução da Agricultura e o Impacto Gerado pelos Processos de Inovação: um estudo de caso no município de Coxilha-RS. *Revista de Econ. e Desenv.*, Santa Maria. 2016;28(1):388 – 409.
- 26 Becker BK. Geopolítica da Amazônia a nova fronteira de recursos. In: *Estudos Avançados*. 2005;19(53):71-86.



- 27 Alves. VEL. Região centro-norte de Brasil: dinâmicas territoriais recentes em el campo y en la ciudad. Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía. 2014;23(1):47-60.
- 28 Toledo M. Os processos de modernização agrícola na região amazônica: transformações recentes na dinâmica produtiva do município de Santarém (Pará). Geosul, Florianópolis. 2011;26(52):77-97.
- 29 Vennet BV, Schneider S, Dessein J. Different farming styling behind the homogeneous soy production in southern Brazil. The Journal of Peasant Studies. 2015;43: 396-418.
- 30 Neves MCR, Castro LS, Freitas CO. O impacto das cooperativas na produção agropecuária brasileira: uma análise econométrica espacial. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília. 2019;57(4):559-576.
- 31 Silva ES, Salomão IL., McIntyre JP, Guerreiro J, Pires MLLS.; Albuquerque PP, Bergonsi S, Vaz SC. Panorama do cooperativismo brasileiro: história, cenários e tendências. Revista uniRcoop. 2003;1(2):75-102.
- 32 Souza AL. Evolução do sistema agrário do Marajó: uma perspectiva sócia histórica. Revista Terceira Margem Amazônia 2007:39-65.
- 33 Schneider, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. Revista Brasileira de Ciências Sociais. 2003;51:99-192.
- 34 Veiga JE. O desenvolvimento agrícola: uma visão histórica. São Paulo: Hucitec/Edusp. 2008:240.
- 35 Santos MAS, Santana AC, Rebello FK. A política de crédito rural no arquipélago do Marajó, Estado do Pará: uma análise do período 2000-2010. Revista Sociedade e Desenvolvimento Rural *online*. 2013;7(4):35-49.



10.31072/rcf.v15i1.1417

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access