

Dimensões fatoriais determinantes da inovação tecnológica e os aspectos competitivos da orizicultura em São Mateus do Maranhão (MA, Brasil)

RESUMO

O artigo analisa as principais características da orizicultura de São Mateus do Maranhão (MA, Brasil), realiza e apresenta uma análise exploratória dos fatores que condicionam a atividade e os tipos de produtores do município. Foram aplicados questionários com os orizicultores e utilizou-se da estatística multivariada, com a análise fatorial para a determinar os principais fatores que contribuem para o desenvolvimento da atividade orizícola. Os resultados revelaram quatro fatores mais significativos para o processo de inovação, esses são representados por Trabalho, Processo e Estabelecimento Produtivo; Tecnologia de Produção, Comercialização e Tipo Societário; Manejo de Adubação; e Informatização e Terceirização. A constatação desses fatores possibilita maior assertividade no direcionamento de ações que visam criar ou implementar políticas públicas ou privadas, com o intuito de fortalecer tanto a orizicultura do município de São Mateus do Maranhão quanto outros municípios produtores.

PALAVRAS-CHAVE: Análise multivariada. Agronegócio. Manejo.

Uelson Serra Garcia
uelsongarcia@gmail.com
Universidade Federal de Goiás,
Programa de Pós-Graduação em
Agronegócio

Alcido Elenor Wander
alcido.wander@embrapa.br
Embrapa Arroz e Feijão

Luciano Cavalcante Muniz
luciano-muniz@uol.com.br
Universidade Estadual do
Maranhão

Cleyzer Adrian da Cunha
cleyzercunha@gmail.com
Universidade Federal de Goiás,
Programa de Pós-Graduação em
Agronegócio

INTRODUÇÃO

A evolução da agropecuária brasileira tem contribuído para o desenvolvimento da economia do país e, assim, moldado a estrutura produtiva que é vista atualmente (CLEMENTE; GOMES, 2011). Cada vez mais a agricultura tem inovado e se especializado, tornando-se mais competitiva, sendo o processo de busca e seleção de inovações a caracterização da dinâmica competitiva da agricultura (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012). Com a nova conjuntura econômica, caracterizada por um mercado mais aberto, a competitividade torna-se substancial para o estabelecimento e sobrevivência dos setores produtivos brasileiros (VIEIRA et al., 2001).

A expressiva modernização que o agronegócio brasileiro tem passado contempla, principalmente, a utilização de tecnologias, a exemplo de técnicas e sofisticados métodos de colheita e tratamento de produto, implantação de sistemas de irrigação e correção de solos, ocasionando melhores produtividades (ARAÚJO et al., 2016). Uma das principais cadeias produtivas do Brasil que vem ao longo dos anos se modernizando, por meio de inovações, principalmente tecnológicas, é a cadeia produtiva do arroz.

Atendendo às necessidades de consumo de praticamente dois terços da população mundial e sendo considerado um dos alimentos mais cultivados e consumidos no mundo, presente em mais de 100 países, o cultivo do arroz tem sido considerado uma inovação social, em razão da sua importância na alimentação humana (ARAÚJO et al., 2016).

Em relação à cultura do arroz, o Maranhão foi um dos maiores produtores do Brasil, principalmente no final da década de 1970 e início da década de 1980, quando o estado atingiu seu ápice, respondendo por 16% da produção nacional em 1982 (ZONTA; SILVA, 2014). Com o passar do tempo, a inovação tecnológica no Brasil consolidou-se como um importante fator para garantir o crescimento econômico.

Com todas as transformações em curso, a compreensão das atividades ligadas aos insumos agropecuários como defensivos, adubos, máquinas e equipamentos, junto às agroindústrias de processamento e aos sistemas de distribuição, além da própria atividade agropecuária, é fundamental para o estudo da competitividade (BATALHA; SOUZA FILHO, 2009).

Para Alves (2009), o fundamento de toda inovação tecnológica na agricultura está em poupar os recursos terra e trabalho, objetivando o aumento da capacidade produtiva. Diante do cenário de transformação tecnológica, a inovação torna-se essencial para o desenvolvimento e competitividade da agricultura que cada vez mais tem procurado otimizar os recursos, usando de maneira eficiente. Portanto, este trabalho teve como objetivo verificar os fatores determinantes para a inovação tecnológica e os aspectos competitivos da orizicultura em São Mateus do Maranhão.

METODOLOGIA

Dimensionamento da amostra

A pesquisa foi realizada no município de São Mateus do Maranhão (MA), um dos principais produtores de arroz no estado. Segundo o Censo Agropecuário, o número de estabelecimentos rurais que produziam arroz no município em 2006 era de 264, e em 2017 era de 269 estabelecimentos (IBGE, 2017).

O estudo tem natureza exploratória, uma vez que esse tipo de pesquisa visa proporcionar maior familiaridade com um certo problema com vista a torná-lo explícito (GIL, 1991). Para a realização da pesquisa, foram utilizados dados primários obtidos por meio da aplicação de questionário em uma amostra de 75 produtores, representativa ao nível de 95% de confiança com 10% de erro, estimada pela equação (1) (FONSECA; MARTINS, 1996):

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (1).$$

Sendo, n = tamanho da amostra; σ = nível de confiança escolhido, expresso em número de desvio; p = % porcentagem com que o fenômeno se verifica; q = porcentagem complementar; N = tamanho da população; e = erro máximo permitido.

Análise fatorial

A metodologia deste trabalho consiste em utilizar a análise fatorial, a fim de determinar os principais fatores para caracterizar o perfil dos produtores e produção de arroz do município de São Mateus do Maranhão. Foram levantados dados sobre o perfil da propriedade, tecnologias utilizadas no plantio, manejo, colheita e pós-colheita, gestão e comercialização. Os principais aspectos analisados para a definição da configuração e caracterização do sistema produtivo estão destacados na sequência com 23 variáveis: V1 - Quantidade de empregados formal; V2 - Quantidade de pessoas que atuam na propriedade; V3 - Quantidade de estagiários; V4 - Área cultivada com arroz (ha); V5 - Como é o processo logístico?; V6 - Colaborador com ensino médio completo; V7 - Tamanho da propriedade (ha); V8 - Uso de Plantadeira/Adebadeira; V9 - Colaborador com ensino fundamental completo; V10 - Utilização de pousio na área; V11 - Quantidade de empregados temporários; V12 - Uso de colheitadeira automotriz; V13 - Uso de trator agrícola; V14 - Como é realizada a venda da produção?; V15 - Formação da propriedade (Tipo societário); V16 - Qual o principal destino da sua produção?; V17 - Realiza análise do solo antes do plantio?; V18 - Utiliza potássio na cobertura?; V19 - Utilização do computador em alguma etapa da produção; V20 - Utiliza nitrogênio na semeadura?; V21 - Utiliza fósforo e potássio na semeadura?; V22 - Quantidade dos empregados terceirizados; V23 - Uso da informática para informação de mercado.

A partir dessas variáveis, realizou-se a análise fatorial, utilizando o método de componente principal, com o método de rotação ortogonal Varimax. A análise fatorial é uma técnica de interdependência e tem por objetivo encontrar uma forma de concentrar a informação contida em variáveis originais em um conjunto

menor de variáveis estatísticas fortemente inter-relacionadas, denominadas de fatores (HAIR JR. et al., 2009).

A técnica de análise de componentes principais (ACP) objetiva explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório por meio de construção de combinações lineares das variáveis originais (MINGOTI, 2005). A utilização da ACP faz com que haja uma redução da dimensionalidade dos dados multivariados, o que permite a sua visualização e subsequente análise, tornando mais administrável (LATTIN et al., 2011).

Por sua vez, o objetivo principal da rotação dos fatores é minimizar o número de variáveis que possuem altas cargas fatoriais em determinado fator, redistribuindo as cargas para fatores que inicialmente apresentam menores percentuais de variância compartilhada por todas as variáveis originais, o que simplifica a interpretação (FÁVERO; BELFIORE, 2017). Vale registrar que Varimax é um método de rotação ortogonal que maximiza a soma de variâncias de cargas da matriz fatorial (HAIR JR. et al., 2009).

O modelo matemático da análise fatorial é demonstrado por Mingoti (2005), da seguinte forma:

$$Z_p = l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p \quad (2).$$

Esse modelo é construído a partir da matriz de correlação em que linearmente são correlacionadas as variáveis padronizadas e os fatores comuns, sendo que Z_p ($i=1,2, \dots, p$) são variáveis originais padronizadas relacionadas linearmente com as novas variáveis aleatórias F_j , $j = 1, 2, \dots, m$, as quais constituem fatores comuns não identificados; l_{ij} são coeficientes que representam as cargas fatoriais; ε_i , $i = 1,2, \dots$, são os erros aleatórios e correspondem aos erros de medida e à variação de Z_i . Posteriormente, foi realizado o teste para avaliar a consistência interna das variáveis do banco de dados utilizado e a confiabilidade de cada fator por meio da estimativa do *Alpha de Cronbach*. Para a realização das análises, foi utilizado software estatístico SPSS v.22.0.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise fatorial

Para iniciar a extração dos fatores, foram realizados alguns testes com o objetivo de verificar a adequação da análise fatorial, por meio do teste *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e o teste de esfericidade de *Bartlett*. O teste KMO fornece a proporção de variância considerada comum a todas as variáveis na amostra em análise, podendo os valores variar de 0 a 1, e quanto mais forem próximos de 1, mais consistente torna-se o uso da análise fatorial, enquanto valores próximos de 0 indicam uma baixa correlação entre as variáveis, revelando a inadequação do uso da técnica de análise fatorial (FÁVERO; BELFIORE, 2017). Na Tabela 9, verifica-se que o KMO encontrado foi de 0,808, considerado um bom resultado (KAISER, 1974). Sendo assim, o resultado indica a adequabilidade dos dados ao modelo de análise fatorial. O teste de esfericidade de *Bartlett* foi realizado e obteve-se o valor

de 1844,510, sendo significativo a 1% de probabilidade, permitindo rejeitar a hipótese nula que assegura que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Portanto, o uso da análise fatorial é indicado para a amostra em estudo.

Tabela - 1 KMO e teste de Bartlett

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		0,808
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1844,510
	df	253,000
	Sig.	0,000

Fonte: Dados da pesquisa

Para seleção dos fatores, utilizou-se dois procedimentos, a regra de Kaiser, também conhecida como critério da raiz latente, e o teste Scree. A regra de Kaiser estabelece que apenas fatores com autovalores maiores que 1 sejam considerados significantes, enquanto menores são tidos como insignificantes e, portanto, descartados (HAIR JR. et al., 2009). Esse mecanismo de seleção, critério de Kaiser, utiliza a matriz de correlação, contendo a variância total igual ao número de variáveis originais, mantendo assim as combinações lineares que podem explicar no mínimo a quantidade de variância de uma variável original padronizada (MINGOTI, 2005). Já o teste Scree apresenta graficamente a variância explicada por cada componente principal, em ordem decrescente, formando uma curva na qual tem-se o ponto de corte no local onde é formado um ângulo, sendo então retidos os fatores acima desse ângulo (LATTIN et al., 2011).

Os fatores extraídos são demonstrados na Tabela 2, e verifica-se que a extração obteve 4 fatores que categorizam as 23 variáveis estudadas. O critério para a determinação do número de fatores, utilizando os autovalores, levou em consideração os valores maiores que 1, os quais irão representar a estrutura das variáveis. O primeiro fator possui o autovalor de 9,755 e variância explicada de 42,41%, ou seja, esse é o percentual da variância compartilhada para a formação do primeiro fator que, *a priori*, é um valor bem significativo para um único fator. Logo em seguida, estão os fatores F2, F3 e F4 com autovalores de 3,843, 1,876 e 1,589 e percentuais de 16,71%, 8,16% e 6,91%, respectivamente, que compartilham a variância para seus respectivos fatores. Contudo, a variância acumulada com os quatro fatores corresponde a 74,18%.

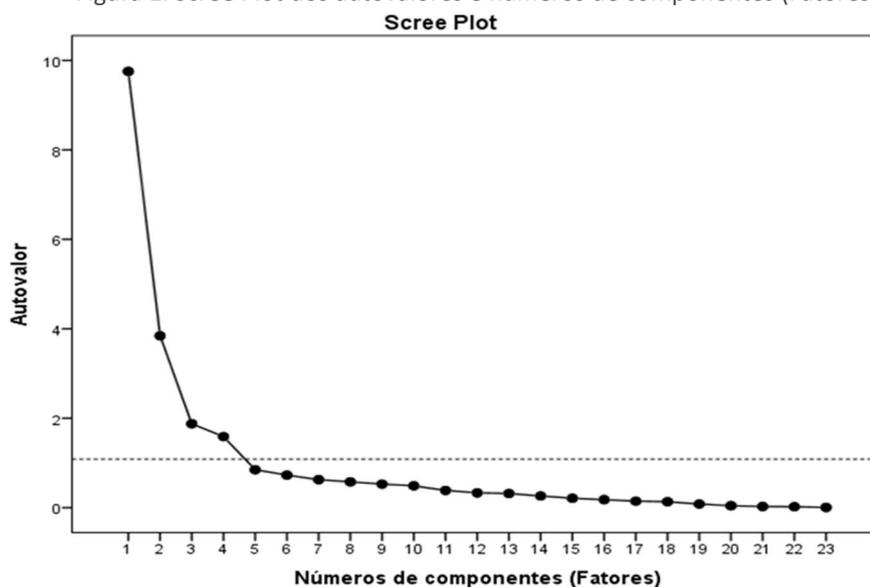
Tabela - 2 Autovalor, porcentagem da variância e variância acumulada

Fatores	Autovalor	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
F1 - Trabalho, Processo e Estabelecimento Produtivo (TP&E)	9,755	42,41	42,41
F2 - Tecnologia de Produção, Comercialização e Tipo Societário (TC&TS)	3,843	16,71	59,12
F3 - Manejo de Adubação (MA)	1,876	8,16	67,27
F4 - Informatização e Terceirização (I&T)	1,589	6,91	74,18

Fonte: Dados da pesquisa

Na figura 1, mostra-se o gráfico scree plot que apresenta os autovalores e o número de componentes (fatores). Verifica-se que os quatro primeiros componentes (fatores) possuem autovalores superiores a 1 e, a partir do quinto fator, os valores vão diminuindo. Portanto, os autovalores tendem a se estabilizarem, aproximando de zero. Esse teste também assegura a solução com 4 fatores, o que corrobora com o a regra de Kaiser, possibilitando uma segurança maior no agrupamento das variáveis. O mesmo procedimento foi realizado por Zabihi et al. (2015), para a determinação do número de fatores, ao desenvolverem uma escala de autorrelato para avaliar percepções, obtiveram o mesmo número de fatores para ambos os métodos (Regra de Kaiser e Teste de Scree).

Figura 1. Scree Plot dos autovalores e números de componentes (Fatores)



Fonte: Dados da pesquisa

A extração dos fatores realizada com a análise fatorial, por meio do método dos componentes principais, apresentou inicialmente uma desorganização nas variáveis que dificultava em certa medida a interpretação dos fatores, levando a utilizar a rotação dos fatores através da rotação ortogonal, que teve por técnica a Varimax, um método bastante difundido e eficiente, que simplifica substancialmente as soluções. A rotação tem por princípio a maximização das cargas de cada variável em determinado fator, em detrimento das demais, redistribuindo as cargas fatoriais para fatores que a princípio indicam menores percentuais de variância compartilhada (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

Portanto, como pode-se observar na Tabela 3, os quatro fatores selecionados e suas respectivas cargas fatoriais, assim também, demonstram as comunalidades de cada variável que fazem parte do modelo, no qual detalham o quanto a variável é explicada pelas cargas dos fatores. Nesse caso, todas variáveis dispõem de valores acima de 0,50. De acordo com Hair Jr. et al. (2009), as cargas fatoriais, em torno de $\pm 0,30$ a $\pm 0,40$, atendem ao nível mínimo para a interpretação, já as cargas de $\pm 0,50$ ou maiores são tidas como praticamente significativas, enquanto cargas excedendo $\pm 0,70$ são avaliadas como indicadoras de estrutura bem estabelecida. Portanto, considerou-se esses preceitos para a interpretação das cargas fatoriais. A utilidade da comunalidade, porém, está em avaliar o quanto de variância em uma dada variável específica é explicada pela solução fatorial, dispondo de grande

quantia de variâncias aquelas com altos valores de comunalidade. Entretanto, pequenas comunalidades mostram que uma significativa porção da variância da variável não é explicada pelos fatores. Nesse sentido, é sugerido um nível mínimo de 0,50 para as comunalidades (HAIR JR. et al., 2009).

Caracterização dos fatores

O primeiro Fator (F1) é constituído por 11 variáveis, tendo como características valores elevados em suas cargas fatoriais que juntas representam 42,411 % da variância total, e agrupa variáveis que estão relacionadas aos aspectos da característica e estrutura produtiva da propriedade, assim como a formação da força de trabalho de quem exerce uma função junto à produção, além do processo logístico realizado.

As variáveis que dão fundamentação ao F1 correspondem à Quantidade de empregados formal (V1), Quantidade de pessoas que atuam na propriedade (V2), Quantidade de estagiários (V3), Área cultivada com arroz (ha) (V4), Como é o processo logístico? (V5), Colaborador com ensino médio completo (V6), Tamanho da propriedade (ha) (V7), Uso de Plantadeira/Ajubadeira (V8), Colaborador com ensino fundamental completo (V9), Utilização de pousio na área (V10), Quantidade de empregados temporários (V11), sendo por essa razão nomeado o F1 de Trabalho, Processo e Estabelecimento Produtivo (TP&E). Essas variáveis apresentam uma alta correlação com o F1, que pode ser constatado por meio das cargas fatoriais, onde a carga com menor valor é da variável V11 (Quantidade de empregados temporários), com carga fatorial de 0,702, e a variável V1 (Quantidade de empregados formal), com 0,972, o maior valor entre as demais.

Percebe-se que a variável V5, que trata de como é o processo logístico, fornece a informação que 94,67% dos produtores são contratantes do serviço de transporte para a entrega da produção até a indústria, 4% afirmam que o próprio comprador realiza essa atividade, e apenas 1,3% realizam o processo logístico com o próprio transporte. No entanto, essa variável apresenta uma alta carga fatorial negativa (-0,835), ou seja, uma correlação negativa, o que nos indica que nem todos os produtores que utilizam a contratação de serviços de transporte possuem um alto percentual de mão de obra formalizada e qualificada, bem como propriedades com grandes áreas de produção.

O segundo Fator (F2) é composto pelas variáveis, Uso de colheitadeira automotriz (V12); Uso de trator agrícola (V13); Como é realizada a venda da produção? (V14); Formação da propriedade (Tipo societário) (V15); Qual o principal destino da sua produção? (V16); Realiza análise do solo antes do plantio (V17); Utiliza potássio na cobertura? (V18); Utilização do computador em alguma etapa da produção (V19). Detém cargas fatoriais que vão do menor valor de 0,557 na variável V19 e o maior valor de 0,895 em V12. Essas variáveis representam o fator nomeado de Tecnologia de Produção, Comercialização e Tipo Societário (TC&TS), que sintetiza todas as cargas fatoriais das variáveis relacionadas às tecnologias utilizadas na propriedade, à forma como é realizado o processo de comercialização do arroz e como são organizadas as propriedades.

Apresentando cargas fatoriais elevadas, temos o Fator 3 (F3), estruturado por duas variáveis: Utiliza nitrogênio na semeadura? (V20) e Utiliza fósforo e potássio na semeadura? (V21), suas cargas de 0,953 e 0,949, respectivamente, representam

uma alta correlação com o F3, que está relacionado com o uso da adubação no cultivo do arroz. Por essa razão, é intitulado de Manejo de Adução (MA). Ao ser caracterizado esse fator por variáveis dessa natureza, pode-se perceber o impacto positivo que as boas práticas do manejo da adubação podem causar na melhoria da produtividade, pois a utilização de adubação configura-se como um dos processos mais importantes da atividade orizícola. Para Raij (2011), o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas tem sido uma exigência da produção brasileira em busca do aumento da produtividade, porém deve ser alcançada com adoção de práticas de manejo peculiares a cada situação de solos, e não generalista.

O último é o Fator 4, nomeado de Informatização e Terceirização, devido às variáveis, Quantidade de empregados terceirizados (V22) e Uso da informática para informação de mercado (V23), compõem a estrutura deste fator. A variável que verifica se os produtores utilizam a informática para obterem informação de mercado revela que 92% não utilizam essa ferramenta, mas apenas 8%, mostrando que por mais que o uso da internet tenha se expandido, segundo dados do IBGE (2018), os produtores de São Mateus do Maranhão não têm acompanhado essa evolução. Mas, os produtores que utilizam empregados terceirizados compreendem apenas 4%, enquanto 96% empregam apenas mão de obra da própria família ou contratam serviços esporádicos, principalmente para atuarem na mecanização de área para o plantio e colheita.

Durante a análise para determinar os principais fatores que exercem influência na produção de arroz, no município de São Mateus do Maranhão, foram obtidos escores fatoriais para cada produtor, contribuindo substancialmente para o aporte de informações junto a esses orizicultores, o que permite compreender as principais características estabelecidas que compõem o cenário produtivo desse município, um dos principais produtores do estado.

A importância da utilização da análise fatorial na compreensão de fatores que buscam compreender fenômenos inovativos pode ser vista em diversos trabalhos (STALLIVIERI; BRITTO; VARGAS, 2010; CAMPOS; CARVALHO, 2011; HERNÁNDEZ et al., 2017; JUNIOR; FUJIHARA, 2018; SOTELLO et al., 2018). Isso demonstra a importância da ferramenta de análise em poder extrair de uma grande quantidade de variáveis informações mais precisas, o que facilita a observação do fenômeno estudado, nesse caso, o processo de inovação tecnológica em São Mateus do Maranhão por parte dos orizicultores.

Tabela - 3 Cargas fatoriais após a rotação ortogonal e as comunalidades

Indicadores F1	F2	F3	F4	Comunalidades	
V1 - Quantidade de empregados formal	0,972	0,037	0,026	0,098	0,918
V2 – Quantidade de pessoas que atuam na propriedade	0,937	0,182	0,058	0,051	0,84
V3 - Quantidade de estagiários	0,889	0,198	0,074	0,074	0,956
V4 - Área cultivada com arroz (ha)	0,852	0,42	0,019	0,19	0,594
V5 - Como é o processo logístico?	-0,835	0,084	-0,004	0,121	0,562
V6 - Colaborador com ensino médio completo	0,831	0,176	0,094	0,029	0,633

V7 - Tamanho da propriedade (ha)	0,772	0,482	0,029	0,203	0,731
V8 - Uso de Plantadeira/Adubadeira	0,735	0,045	-0,102	0,082	0,786
V9 - Colaborador com ensino fundamental completo	0,729	0,317	0,025	0,021	0,871
V10 - Utilização de pousio na área	0,714	0,161	0,122	0,027	0,938
V11 - Quantidade de empregados temporários	0,702	-0,081	0,258	0,166	0,774
V12 - Uso de colheitadeira automotriz	0,162	0,895	0,053	0,019	0,831
V13 - Uso de trator agrícola	0,15	0,858	0,122	0,006	0,559
V14 - Como é realizada a venda da produção?	0,12	0,807	0,173	0,282	0,656
V15 - Formação da propriedade (Tipo societário)	0,173	0,773	0,026	0,397	0,954
V16 - Qual o principal destino da sua produção?	-0,093	0,719	0,003	0,322	0,955
V17 - Realiza análise do solo antes do plantio	0,096	0,626	0,263	0,43	0,62
V18 - Utiliza potássio na cobertura?	0,236	0,602	0,44	0,088	0,551
V19 - Utilização do computador em alguma etapa da produção	0,227	0,557	0,062	0,475	0,591
V20 - Utiliza nitrogênio na semeadura?	0,062	0,166	0,953	0,12	0,618
V21 - Utiliza fósforo e potássio na semeadura?	0,065	0,186	0,949	0,128	0,629
V22 - Quantidade de empregados terceirizados	-0,081	0,045	0,012	0,744	0,776
V23 - Uso da informática para informação de mercado	0,313	0,121	0,203	0,681	0,719

Fonte: Dados da pesquisa

F1 - Trabalho, processo e estabelecimento produtivo (TP&E)

A necessidade de mão de obra qualificada tornou-se mais presente com a modernização da agricultura, a partir da década de sessenta, com o surgimento de máquinas e implementos agrícolas cada vez mais sofisticados (OLIVEIRA et al., 2017). No entanto, verifica-se ainda, na produção de arroz em São Mateus do Maranhão, um distanciamento da modernização ocorrida ao longo dos últimos anos.

Observando o fator TP&E, constata-se que os escores fatoriais dos produtores, que totalizam 75, mostraram que desses apenas 14 produtores tiveram valores positivos, enquanto 61 apresentaram valores negativos, apontando que somente 18,67% dos produtores têm um nível de Trabalho, processo e estabelecimento produtivo acima da média, tendo os máximos e mínimos de 8,30281 e -0,57078, respectivamente. Os dois valores correspondem a produtores que praticam uma agricultura empresarial, porém possuem características distintas em relação às características do fator TP&E.

Nesse fator, pode-se destacar as características da mão de obra empregada, apenas 1,3% possuem empregados com carteira assinada, a maioria opta por contratar temporariamente empregados, em média, dois no período da safra, e somente 5,3% já tiveram algum estagiário, geralmente, estudantes de ensino

técnico na área de agricultura, oriundos de outros locais devido o município não possuir nenhum centro de formação desses profissionais.

O nível de escolaridade dos empregados é considerado muito baixo, tendo apenas 0,7% concluído o ensino médio. Essas propriedades possuem, em média, uma área de 57 hectares, porém varia de 4 a 1000 hectares, utilizando a totalidade da área para o cultivo do arroz. Um dos grandes entraves para a cultura do arroz, segundo os produtores, reside no processo logístico, em razão da dificuldade do escoamento da produção, em função das precárias condições das estradas vicinais que dão acesso às propriedades. Isso torna menos competitiva a orizicultura de São Mateus do Maranhão, pois a falta de infraestrutura de transporte e armazenagem aumenta os custos, fragilizando o poder de comercialização dos produtores (BATALHA; SOUZA FILHO, 2009).

Para Vieira Filho e Silveira (2012), os custos de transporte e logística são fatores que contribuem para a geração de desigualdades no processo de modernização devido ao fato de influenciarem nos preços dos produtos e dos insumos. Portanto, a baixa qualificação da mão de obra e a baixa eficiência logística são fatores notórios que contribuem para o baixo rendimento e elevação dos custos.

F2 - Tecnologia de produção, comercialização e tipo societário (TC&TS)

No setor agropecuário brasileiro, o uso de novas tecnologias no meio rural, o aumento da profissionalização e o aumento dos incentivos a pesquisas direcionadas ao setor são os responsáveis pelos ganhos de produtividade (CLEMENTE; GOMES, 2011). Para Silva et al. (2017), as inovações tecnológicas e as qualidades dos produtos são vantagens competitivas adquiridas por meio da eficiência das empresas, que para estas representam o principal instrumento de sobrevivência.

E verificando o TC&TS, fator relacionado aos atributos da tecnologia de produção, comercialização e tipo societário, foi definido um total de 24 escores positivos, o que diz que 32% dos produtores estão acima da média, referente a esses aspectos. O maior escore tem valor de 2,1742 e o menor de -1,51551, ambos os valores representam médios produtores. A variável com maior carga fatorial para TC&TS está relacionada à utilização de colheitadeira automotriz, em que 74,67% dos produtores utilizam esse equipamento por meio de aluguel, fato esse que, segundo os produtores, tem causado prejuízo, devido à baixa disponibilidade e o aumento da procura pelo equipamento no momento da colheita, e por fim, apenas 25,3% dos produtores são proprietários. O uso do trator tem a mesma característica, com 70,67% sendo alugado, enquanto 29,33% são dos próprios orizicultores. Mas mesmo com a predominância do uso de máquinas por meio de aluguel, é um bom indicativo de melhorias no sistema de produção, pois segundo Kay et al. (2014), o uso da mecanização foi um dos fatores responsáveis pela diminuição de perdas na colheita, melhores aplicações de fertilizantes, sementes, e pulverizações mais eficientes e precisas, o que contribuiu para a redução dos custos de produção. E por ser capaz de poupar trabalho, um recurso escasso, a mecanização agrícola proporcionou o aumento da produtividade do trabalho, o que contribuiu para a expansão da área cultivada (VIEIRA FILHO; SILVEIRA, 2012). De acordo com a OECD (1997), a aquisição de bens de capital, a exemplo da

aquisição de máquinas, é considerada como atividade de inovação, quando representa um melhor desempenho tecnológico ou mesmo quando é requerida para a implementação de produtos e de processos novos ou melhorados.

Tendo em vista essas características produtivas do município, pode-se propor como medida essencial a inserção de novas tecnologias para os produtores, pois para Batalha e Souza Filho (2009), a geração e difusão de tecnologias pode levar à redução de custos e ao aumento da produtividade, e melhorar a qualidade dos produtos.

Outro aspecto que tem caracterizado esse fator é em relação aos aspectos da comercialização da produção, pois a dificuldade em vender a produção ainda é um fator a ser superado, vez que somente 38,67% têm garantido a comercialização com a indústria. No entanto, esse gargalo, caracterizado pela comercialização, é fator essencial a ser suprimido, porque a sustentação da orizicultura ou de qualquer produção depende do processo de comercialização. Mesmo assim, a dificuldade de comercializar o produto em São Mateus está ligada a vários aspectos, como a sua qualidade, a sazonalidade, a necessidade de regularização das propriedades, da qual depende para firmar contratos, além do baixo poder cooperativo entre os orizicultores.

F3 - Manejo de adubação (MA)

Em relação ao manejo da adubação (MA), esse foi o único fator que apresentou os maiores escores positivos, contabilizando 41, o que indica que 54,67% dos produtores estão acima da média. Observando as variáveis que compõem esse fator, chega-se a um percentual médio de 54% produtores que fazem uso do nitrogênio e do fósforo na semeadura. Os escores 1,50974 e -1,86231 são os escores máximo e mínimo valor, respectivamente, representados por pequenos e médios produtores. O que se observa é que o pequeno produtor obteve o escore mais elevado, enquanto o médio produtor apresentou o menor escore, isso nos mostra que nem sempre propriedades de maior porte dispõem de tecnologias mais avançadas, como o manejo da adubação para o incremento em produtividade. Para Vieira Filho e Silveira (2012), a dinâmica da inovação tecnológica é constituída pelo processo de adoção tecnológica dos agricultores, do fornecimento de insumos modernos e da geração de conhecimento.

Para Alves (2009), além das inovações relevantes ocorrerem no âmbito da indústria de insumos e de processamento, no transporte e armazenamento da produção, essa também ocorre dentro da fazenda.

F4 - Informatização e terceirização (I&T)

De acordo com Kay et al. (2014), a informatização será cada vez mais necessária nas propriedades rurais e algumas mudanças ocorrerão no futuro em relação às informações utilizadas. A exemplo, os sistemas de gestão da informação, auxiliados por inovações eletrônicas, proporcionarão dados mais rápidos e precisos para as tomadas de decisões.

O fator I&T, composto por duas variáveis que retratam as características da informatização e da terceirização dos serviços desenvolvidos nas propriedades,

revela que apenas 23,67% corresponde a 20 produtores que possuem escores acima da média para essas variáveis, o que representa um baixo percentual, principalmente no que tange ao uso da informática para informação de mercado (8%). O escore máximo de 6,01495 e mínimo de -1,16749 são de médios produtores que já possuem uma experiência de 15 anos com a cultura.

Para Kay et al. (2014), a propriedade conjunta de máquinas e equipamentos com outros produtores, assim como a terceirização de algumas tarefas e a participação em cooperativas tornam-se alternativas para produtores atingirem melhores ganhos que poderiam ser alcançados apenas com grandes volumes de produção.

Para Girardi (1999), o novo ambiente estratégico no Brasil foi estabelecido pela abertura econômica ocorrida em âmbito mundial, fazendo com que as organizações se adequassem a essas transformações, por meio de alternativas como a automatização microeletrônica e um novo ajustamento basilar das empresas, como a terceirização. Para esse autor, a terceirização está em uma concepção de mudança organizacional, por combinar avançadas técnicas de administração, resultando em melhorias. Nesse sentido, observa-se que a estrutura organizacional das propriedades rurais produtoras de arroz em São Mateus do Maranhão não segue essa vertente, o que pode estar contribuindo para a baixa competitividade da atividade.

Determinação do *Alpha de Cronbach*

Objetivando avaliar a consistência interna das variáveis, foi calculado o *Alpha de Cronbach* (α), por meio da estimativa da proporção de variâncias nos escores dos testes (BROWN, 2002), o qual pode-se observar, na Tabela 4, que foi de 0,88, assegurando que o teste realizado tem um percentual de 88% de confiabilidade. Esse valor mostra que as variáveis apresentam uma consistência interna adequada, ao apresentar valor acima de 0,70, considerado de consistência adequada (NUNNALLY, 1978).

Ao serem avaliados os fatores TP&E, TC&TS e MA, individualmente, percebe-se que esses apresentam $\alpha > 0,70$, no entanto, o fator I&T apresenta valor inferior ($\alpha=0,45$). Ressalta-se que a pesquisa sendo de natureza exploratória, aceita-se o *Alpha de Cronbach* com valor a partir de 0,6 (HAIR et al., 2009). No entanto, pode-se inferir com esse teste que a adequabilidade do teste está dentro do estabelecido, por apresentar uma consistência por meio do *Alpha de Cronbach* bem superior ao estabelecido.

Tabela - 4 Teste de confiabilidade (*Alpha de Cronbach*)

Fatores	Número de itens	<i>Alpha de Cronbach</i>
F1 - Trabalho, Processo e Estabelecimento Produtivo (TP&E)	11	0,982
F2 - Tecnologia de Produção, Comercialização e Tipo Societário (TC&TS)	8	0,755
F3 - Manejo de Adubação (MA)	2	0,987
F4 - Informatização e Terceirização (I&T)	2	0,452
Total	23	0,879

Fonte: Dados da pesquisa

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscando conhecer os principais fatores determinantes da inovação tecnológica e os aspectos competitivos da orizicultura em São Mateus do Maranhão, utilizando a análise fatorial, uma técnica multivariada, o trabalho verificou vários fatores que têm contribuído para o atual cenário da orizicultura no município, que implicam diretamente na competitividade da produção.

Foram utilizadas 23 variáveis, compreendendo as dimensões da qualificação da mão de obra, características das propriedades, forma de organização dos produtores, tecnologias de equipamentos, manejo e adubação, entre outras, em um total de 23 variáveis. A partir dessas, verificou-se a existência de quatro fatores que mais determinam e influenciam o processo de inovação tecnológica no município, sendo eles, Trabalho, Processo e Estabelecimento Produtivo; Tecnologia de Produção, Comercialização e Tipo Societário; Manejo de Adubação e Informatização e Terceirização.

Esses fatores mostram que medidas mais eficazes são necessárias para assegurar o pleno desenvolvimento da cadeia produtiva do arroz em São Mateus do Maranhão, principalmente em segmentos, tanto institucionais quanto organizacionais, para que os mecanismos necessários para o desenvolvimento inovativo sejam assegurados junto aos orizicultores.

Factory dimensions determining technological innovation and the competitive aspects of rice production in São Mateus do Maranhão (Ma, Brazil)

ABSTRACT

The article analyses the main characteristics of São Mateus do Maranhão (MA, Brazil) rice production, conducts and presents an exploratory analysis of the factors that influence the activity and the types of producers of the municipality. Questionnaires were applied to rice farmers and multivariate statistics were used, with factor analysis to determine the main factors that contribute to the development of rice production. The results revealed four most significant factors for the innovation process, these are represented by Work, Process and Productive Establishment; Production, Marketing and Corporate Type Technology; Fertilization management; and Computerization and Outsourcing. The finding of these factors enables greater assertiveness in directing actions aimed at creating or implementing public or private policies, with the aim of strengthening both the rice growing of the municipality of São Mateus do Maranhão and other producing municipalities.

KEYWORDS: Multivariate analysis. Agribusiness. Management.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. Inovação tecnológica. In: SANTOS, M.L. dos et al. **Microeconomia Aplicada**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2009.

ARAÚJO, M. F.; SANTOS, I. C. DOS; PEREIRA, R. DA S. Cultivo do arroz em Roraima: sustentabilidade e inovação. **Revista Espacios**, v.37, n.16, p.9, 2016.

BATALHA, M.O.; SOUZA FILHO, H.M. Analisando a Competitividade de Cadeias Agroindustriais: uma Proposição Metodológica. In: BATALHA, M.O.; SOUZA FILHO, H.M. (Orgs.). **Agronegócio no MERCOSUL: uma agenda para o desenvolvimento**. São Paulo: Atlas, 2009.

BROWN, J.D. The Cronbach alpha reliability estimate. **JALT Testing & Evaluation SIG Newsletter**, v.6, n.February, p.17-18, 2002.

CAMPOS, K.C.; CARVALHO, F.M.A. Índice de Inovação: hierarquização dos produtores do arranjo produtivo local de fruticultura irrigada, estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.49, n.3, p.741-770, 2011.

CLEMENTE, F.; GOMES, S.T. Impacto do agronegócio sobre o Índice de Desenvolvimento Sustentável (IDS) do Estado de Minas Gerais. **Política Agrícola**, v.4, p.69-83, 2011.

FÁVERO, L.P.; BELFIORE, P. **MANUAL DE ANÁLISE DE DADOS: Estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata**. São Paulo - SP, Elsevier, 2017.

FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. **Curso de Estatística**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 1996. 320p.

GIRARDI, D. A importância da terceirização nas organizações. **Revista de Ciências da Administração**, v.1, n.1, p.23-31, 1999.

HAIR JR., J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, R.L.; BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HERNÁNDEZ, C.C.P.; GÓMEZ, G.L.; HERNÁNDEZ, D.G. Evolution of state clusters related with technological capability in Mexico: Application of a multivariate statistical analysis of cluster. **Contaduría y Administración**, v.62, p.528-555, 2017.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua, 2018.** Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101631_informativo.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

JUNIOR, P.C.R.; FUJIHARA, R.K. Factor analysis on innovation inductors in high performance organizations. **International Journal of Innovation**, v.6, n.3, p.275-286, 2018.

LATTIN, J.; CARROLL, J.D.; GREEN, P.E. **Análise de dados multivariados**. v. 475. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

KAISER, H.F. An index of factorial simplicity. **Psychometrika**, v.39, n.1, p.31-36, 1974.

KAY, R.D.; EDWARDS, W.M.; DUFFY, P.A. **Gestão de Propriedades Rurais**. 7 ed. AMGH Editora, 2014.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 297p.

NUNNALLY, C.J. **Psychometric theory**. New York: McGraw Hill Book Co, 1978.

OECD. **Manual de Oslo: diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3. ed. Rio de Janeiro: FINEP, 1997.

OLIVEIRA, L.M.S.R. DE et al. A informática como ferramenta de inclusão. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v.3, n.1, p.50-65, 2017.

RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute**, 2011.

SOTELLO, F. et al. Fatores que influenciam a inovação aberta: análise do APL Iguassu-IT de tecnologia da informação do oeste do Paraná. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v.6, n.1, p.95-120, 2018.

SILVA, R.P.; PEDROSO, L.G.; LAGES, A.M. G. A study of the competitiveness of milk supply chain in the State of Alagoas: an analysis of household production. **Custos e Agronegócio**, v.13, n.3, p.377-401, 2017.

STALLIVIERI, F.; BRITTO, J.; VARGAS, M. Padrões de aprendizagem, cooperação e inovação em aglomerações produtivas

no Brasil: uma análise multivariada exploratória. **Economia**, v.11, n.1, p.125-154, 2010.

VIEIRA, R. DE C.M.T. et al. Cadeias produtivas no Brasil - análise da competitividade. **Revista Política Agrícola**, v.4, n.1, p.7-15, 2001.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; SILVEIRA, J.M.F.J. Mudança tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.50, n.4, p.721-742, 2012.

VIEIRA FILHO, J.E.R.; VIEIRA, A.C.P. Panorama das inovações na pesquisa agrícola no Brasil: o sistema de propriedade intelectual. **Revista Radar n° 24**. Brasília: IPEA, 2013.

Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5422/1/Radar_n24_Panorama.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

ZABIHI, R.; KETABI, S.; TAVAKOLI, M. Design, construct validation, and integrated application of a happiness teaching perceptions inventory (HTPI). **Psychological Studies**, v.60, n.2, p.226-231, 2015.

ZONTA, J.B.; SILVA, F.B. Dinâmica da orizicultura no Maranhão. **Revista Política Agrícola**, v.23, n.2, p.116-132, 2014.

Recebido: 13/08/2019

Aprovado: 29/02/2020

DOI: 10.3895/rts.v16n42.10512

Como citar: GARCIA, U.S. et.al. Dimensões fatorias determinantes da inovação tecnológica e os aspectos competitivos da orizicultura em São Mateus do Maranhão (MA, Brasil). **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 16, n. 42, p. 106-122. jul/set. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/10512>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

