

Influência da tecnologia na capacidade de pagamento por água dos irrigantes do Perímetro Platôs de Guadalupe, Piauí

Technology influence on ability to pay for water from irrigation of Plateaus
Perimeter of Guadalupe, Piauí

Influence de la technologie sur la capacité de payer pour l'eau d'irrigation des Plateaux Périmètre de Guadalupe, Piauí

Influencia de la tecnología en la capacidad de pagar por el agua de riego a partir del Perímetro Mesetas de Guadalupe, Piauí

James José de Brito Sousa¹
Robério Telmo Campos¹
Kilmer Coelho Campos¹
Marcos Antônio de Brito²

Recebido em 14/08/2016; revisado e aprovado em 15/04/2017; aceito em 26/04/2017
DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v18i2.1314>

Resumo: A pesquisa tem como objetivo analisar a influência da tecnologia na capacidade de pagamento dos fruticultores do Perímetro Irrigado Platôs de Guadalupe, no Estado do Piauí. Foram utilizados três métodos: análise fatorial, análise de *clusters* e o método residual para determinar a capacidade de pagamento total e unitária da água bruta. Conclui-se que predomina uma agricultura de baixo nível tecnológico com capacidade de pagamento variando de média para baixa.

Palavras-chave: nível tecnológico; análise fatorial e de *clusters*; Platôs de Guadalupe.

Abstract: the research aims to analyze the influence of technology in the payment capacity of the fruit growers of the Irrigated Perimeter Plateaus of Guadalupe in the state of piaui. three methods were used: factor analysis, cluster analysis and the residual method to determine the total and unitary payment capacity of raw water. in conclusion, a predominately low-tech agriculture with payment capacity ranging from medium to low.

Key words: level of technology; factor analysis and cluster; Guadalupe Plateaus.

Résumé: La recherche vise à analyser l'influence de la technologie dans la capacité de paiement des producteurs de fruits du Périmètre Irrigué Plateaus de Guadalupe dans l'Etat de Piaui. Trois méthodes ont été utilisées: l'analyse factorielle, l'analyse de la grappe et la méthode résiduelle pour déterminer la capacité totale et unitaire paiement de l'eau brute. En conclusion, une agriculture essentiellement low-tech avec une capacité de paiement allant de moyenne à faible.

Mots-clés: niveau de la technologie; analyse et grappe facteur; Plateaux de Guadalupe.

Resumen: La investigación tiene como objetivo analizar la influencia de la tecnología en la capacidad de pago de los productores de frutas como la del Tiego Perimetral Mesetas de Guadalupe en el Estado de Piauí. Se utilizaron tres métodos: el análisis factorial, análisis de conglomerados y el método residual para determinar la capacidad total y unitaria pago de agua cruda. En conclusión, una agricultura predominantemente de baja tecnología con capacidad de pago que van de media a baja.

Palabras clave: nivel de tecnología; análisis de factores y de conglomerados; Mesetas de Guadalupe.

1 INTRODUÇÃO

A população mundial deverá crescer consideravelmente nos próximos anos, embora a uma taxa mais lenta em relação aos anos anteriores e com diferenças consideráveis entre as regiões. Ao longo das próximas quatro décadas, a população do mundo deverá ter um aumento de dois

¹ Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.

² Universidade Regional do Cariri (URCA), Crato, Ceará, Brasil.

bilhões de pessoas e ultrapassar nove bilhões em 2050 (FUNDO DE POPULAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS [UNFPA], 2011).

Em consequência do grande crescimento populacional, a demanda por alimentos se expandiu e deverá crescer ainda mais, o que causará enorme pressão no setor agrícola, e a agricultura irrigada poderá se apresentar como uma fonte capaz de suprir o impacto causado por esse aumento de densidade demográfica. Em face desse cenário, Campos (2010) afirma que é preciso considerar um aumento acelerado no consumo de água doce, enquanto que a oferta para saciar a sede humana e animal e para uso em lavouras decresce a cada ano, seja em função da degradação ambiental, seja pelos desperdícios e poluição (contaminação), que conduzem ao esgotamento em certas áreas, ou pela deterioração da qualidade das reservas dos aquíferos atualmente disponíveis.

O Piauí tem uma hidrografia que se caracteriza por rios perenes na sua zona sub-úmida e rios intermitentes em sua zona semiárida, com reservatórios com capacidade de 1.733,54 h/m³, sendo que o volume médio ocupado é de 35% dessa capacidade, somado a isso se considera a ineficiência quanto ao uso da água.

O Governo brasileiro por meio do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), a partir da década de 1960, procurou investir em projetos públicos de irrigação criando, entre tantos outros, o perímetro irrigado Platôs de Guadalupe, na cidade de Guadalupe-PI, objetivando fornecer opções de produção e suprir o mercado interno de frutas, bem como comercializar para outros estados do Nordeste, a exemplo de Pernambuco, Pará e Maranhão.

Sob esta ótica de análise, torna-se pertinente saber: quais são as características técnicas e econômicas em relação ao uso da água por parte dos produtores irrigantes vinculados ao perímetro irrigado Platôs de Guadalupe, no Estado do Piauí?

O perímetro Platôs de Guadalupe tem se caracterizado por sua atividade técnica e produtiva, que é a fruticultura irrigada, apontada como um dos setores que possuem importante papel na diversificação e geração de renda dos produtores. Em razão da carência de estudos procurando esclarecer como a tecnologia influencia a produção e a produtividade das culturas dos perímetros nordestinos, o presente trabalho se apoia justamente na importância de ações planejadas, para o desenvolvimento da produção de frutas naquele perímetro, bem como na necessidade de ampliar os aspectos tecnológicos, tendo, como finalidade, o fornecimento de subsídios aos produtores para o melhor desenvolvimento e desempenho da fruticultura na região.

Diante do exposto, a hipótese levantada neste estudo é que o nível tecnológico dos irrigantes influencia na capacidade de pagamento pela água bruta dos produtores dentro do perímetro irrigado. O objetivo geral do trabalho é analisar a influência da tecnologia na capacidade de pagamento de água bruta pelos produtores do perímetro irrigado Platôs de Guadalupe no Estado do Piauí. De maneira específica, buscou-se identificar fatores tecnológicos representativos e classificar produtores por índices tecnológicos em agrupamentos, bem como levantar os custos e receitas de produção por grupo para calcular a capacidade de pagamento total e unitária agregada de água bruta por grupo de irrigantes e identificar o impacto do nível tecnológico sobre essa capacidade de pagamento dos produtores.

2 VALORAÇÃO DA ÁGUA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO

Prevista desde o Código de Águas de 1934, a cobrança pelo uso da água passou a ser aplicada como instrumento da gestão com a Lei n. 9.433/1997. Segundo a Agência Nacional de

Água (ANA) (BRASIL, 2007), seu objetivo é reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, em função da quantidade, da qualidade e do uso a que se destina.

Como anota Rolim (2001), no Brasil, as águas públicas são consideradas um bem inalienável, outorgando-se apenas o direito ao uso. Por esse motivo, o que se visa a cobrar não é o valor material do bem econômico da água, mas o direito à sua utilização. Cabe aqui salientar a afirmação de Maital (1996), ao entender que valor é o grau de utilidade que esses bens ou serviços representam para os consumidores e o preço é o que os compradores pagam.

Por sua vez, a tarifa é um preço público fixado pela administração, prévia e unilateralmente, por ato do executivo, para as utilidades e serviços industriais prestados por seus órgãos ou delegados, sempre em caráter facultativo para o usuário (MEIRELES, 1998). Ao detentor do domínio do recurso hídrico, cabe o direito de cobrança, ou seja, à União ou aos estados, diretamente por intermédio do órgão gestor dos recursos hídricos.

Em economias competitivas, o preço é determinado pelas forças do mercado entre compradores e vendedores, que individualmente não afetam o mercado significativamente.

No entendimento de Garrido et al. (2004), existem alguns métodos de valoração de mercado da água, sendo os mais utilizados: método residual, em que o valor econômico da água é o que sobra da receita bruta após a dedução de todos os custos associados aos fatores de produção e aos serviços utilizados no processo produtivo, exceto a água; método da função de produção- nesse a produção é função da quantidade de água; métodos econométricos- que se aplicam quando há séries de preços disponíveis de demanda de água ou de quantidade de água utilizada pelas famílias, preço, renda e outras informações domésticas; e o método de valoração contingente – que consiste em identificar as preferências dos usuários do bem, no caso, a água, baseado na disposição a pagar que eles apresentam para adquirir certas quantidades do bem.

Campos (2010) observou, por exemplo, que o desvio padrão da capacidade de pagamento, utilizando o método residual, da bacia do Jaguaribe, que abrange 56 municípios do estado do Ceará, onde estão localizados os grandes açudes do Estado do Ceará: Castanhão (6,70 bilhões de m³), Orós (1,94 bilhão de m³), Banabuiú (1,60 bilhão de m³) e Pedra Branca (434 milhões de m³), além de outros menores, apresentou-se elevado e com grande variabilidade. Esses resultados podem se justificar pelo fato de que os irrigantes apresentaram grande diversidade em relação a área cultivada, produção, produtividade por hectare, número de cultivos por ano, tipo de exploração adotado (lavoura e/ou pecuária), sistema de irrigação se poupador ou não de água, tecnologia se intensiva em mão de obra ou em capital e, por fim, alguns fatores que afetam os custos de produção e os preços dos produtos.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A área de estudo envolve o perímetro irrigado Platôs de Guadalupe, que está localizado no Município de Guadalupe, no Estado do Piauí, às margens do reservatório da barragem de Boa Esperança, no Rio Parnaíba, distante 206 km da capital Teresina, com uma área total de 1.019,64 km² e uma população estimada de 10.268 habitantes, com densidade demográfica de 10,07 habitantes/km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE], 2010). O perímetro irrigado Platôs de Guadalupe possui 3.196 hectares implantados na primeira etapa.

3.2 Natureza e fonte dos dados

Os dados de natureza primária foram coletados pela técnica de pesquisa de campo do tipo qualitativa e quantitativa descritiva, que tem como objetivos conferir hipóteses, delinear o problema e analisar os fatos por meio do isolamento das variáveis principais do estudo (MARCONI; LAKATOS, 1996). Uma vez definida a área objeto de estudo, os dados amostrais foram coletados para os irrigantes privados do perímetro irrigado Platôs de Guadalupe. A forma de entrevista foi estruturada baseada na coleta de informações que busca, por meio da tabulação e cruzamento de informações, descobrir a importância de um assunto para determinado grupo de pessoas, indiretamente (MATTAR, 1996). O levantamento dos dados foi feito em maio de 2013, mas as informações referem-se ao ano de 2012.

3.3 População e amostra

Para a determinação do tamanho da amostra, utilizou-se o método de Cochran (1977), com uma proporção “p” de 50% na qual leva ao tamanho máximo da amostra, erro amostral de 10% e nível de confiança de 95% sob a curva de distribuição normal padronizada.

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

Em que:

n = tamanho da amostra.

Z = Valor correspondente da distribuição normal padrão ao nível de significância adotado.

p = percentagem com a qual o fenômeno se verifica.

q = percentagem complementar.

N = tamanho da população.

e = erro amostral.

A pesquisa foi realizada por meio de amostragem probabilística aleatória simples, considerando a população de irrigantes que exploram as atividades produtivas do perímetro. Foram entrevistados 53 produtores, extraídos da população ou do universo da pesquisa, que, de acordo com a Associação Central dos Irrigantes do Perímetro Platôs de Guadalupe (ACIPE, 2012), é formada por 115 produtores.

3.4 Métodos de análise

3.4.1 Identificação de fatores tecnológicos pela análise fatorial

Com a finalidade de identificar o nível tecnológico dos irrigantes, utilizou-se a análise fatorial. Essa técnica foi adotada como instrumento de análise em vários trabalhos, inclusive para medir a modernização da agricultura em alguns estados brasileiros, como é o caso do estado do Ceará (MADEIRA, 2012). Ao aplicar esse método, foram selecionadas variáveis “indicadoras do nível tecnológico”. Nesse sentido, a seleção das variáveis adequadas ao fenômeno que se estuda é de enorme importância, uma vez que as variáveis incluídas na pesquisa têm implicações definitivas nos resultados da análise.

Para a verificação dos pressupostos, observou-se a normalidade da distribuição dos dados de cada variável (utilizando o Teorema do Limite Central, que, caso haja um grande número de variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas, então, a distribuição tenderá para uma distribuição normal à medida que o número dessas variáveis aumente indefinidamente, no caso específico, $n = 53$), além da estimação da matriz de correlação para checar a existência de relação entre as variáveis utilizadas por meio de testes de hipóteses específicos (GUJARATI, 2000). Para se verificar a adequabilidade dos dados, utilizando a análise fatorial, foram analisados o Índice Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) e o Teste de Esfericidade de Bartlett (BTS).

A aplicação do método de componentes principais (ACP) levou em conta a variância total dos dados e os fatores foram estimados com suporte apenas na variância comum. A ACP se aplica quando o objetivo da análise é reduzir o número de variáveis para a obtenção de um número menor de fatores necessários para explicar, ao máximo possível, a variância representada pelas variáveis originais.

A escolha do número de fatores ocorreu por meio do critério da raiz latente (critério de Kaiser) em que se escolhe o número de fatores em função dos valores próprios acima de um (*eigenvalues*) que mostraram a variância explicada por parte de cada fator ou quanto cada fator conseguiu explicar da variância total (MINGOTI, 2005).

Após a análise do modelo em vista à dificuldade e impossibilidade de interpretação inicial dos fatores, utilizou-se o método de rotação ortogonal *varimax* (mantendo-se a independência entre eles), que minimizou o número de variáveis com altas cargas em variados fatores permitindo a associação de uma variável a um só fator e mantendo a ortogonalidade entre eles. Como critério para a saída dos escores fatoriais foi utilizado o método de regressão.

A análise fatorial foi realizada com base em 11 indicadores de adoção de tecnologia pelo produtor, quantidade essa que se baseia nos conceitos estatísticos ao assinalar que, a cada cinco observações, trabalha-se com uma variável (FÁVERO et al., 2009).

Dentre as variáveis binárias utilizadas no modelo, citam-se: a) Assistência técnica – X1, a utilização desta caracterizou-se por: (0) Não possui assistência técnica; (1) Sim, possui assistência técnica; b) Mudanças melhoradas – X2, em que (0) Não utiliza mudanças melhoradas; (1) Sim, utiliza mudanças melhoradas; c) Escolaridade – X3, utilizou-se: (0) Não lê nem escreve; (1) Ensino Fundamental Incompleto; (2) Ensino Fundamental Completo; (3) Ensino Médio Incompleto; (4) Ensino Médio Completo; (5) Ensino superior; d) Anos de experiência – X4, caracterizou-se por: (0) Menos de 2 anos; (1) de 2 a 5 anos e (2) Mais de 5 anos; e) Monitoramento de pragas – X5, em que: (0) Não realiza monitoramento de pragas; (1) Sim, realiza monitoramento de pragas; f) Adubação – X6, em que: (0) utiliza adubação química e (1) utiliza adubação orgânica; g) Cobertura morta – X7, (0) Não utiliza cobertura morta; (1) Sim, utiliza cobertura morta; h) Classificação das frutas – X8, (0) Não realiza classificação das frutas; (1) Sim, realiza classificação das frutas; i) Elaboração de projeto – X9, (0) Não elaborou projeto antes de iniciar a produção; (1) Sim, elaborou projeto antes de iniciar a produção; j) Investimento – X10, (0) Não realizou investimento; (1) Realizou investimento até R\$10.000,00; (2) Mais de R\$10.000,00 e k) Anotações para tomada de decisões – X11, em que: (0) Não faz anotações para tomada de decisões; (1) Sim, faz anotações para tomada de decisões.

3.4.2 Cálculo do Índice Tecnológico dos Irrigantes (ITI)

A análise fatorial permitiu criar um índice tecnológico dos irrigantes, com base nas variáveis que mais contribuiriam para o nível de tecnologia dos produtores. O Índice Tecnológico dos

Irrigantes foi obtido pela equação:

$$ITI_i = \sum_{j=1}^p \left[\frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} \right] F_{ij}^* , \text{ para todo } F_{ij}^* \geq 1.$$

Em que:

ITI_i = Índice Tecnológico do i -ésimo irrigante.

j = é a j -ésima raiz característica.

p = é o número de fatores extraídos na análise.

F_{ij}^* = é o j -ésimo escore fatorial do i -ésimo irrigante.

$\sum \lambda_j$ = é o somatório das raízes características referentes aos p fatores extraídos.

$$F_{ij}^*$$

Para tornar todos os valores dos escores fatoriais superiores ou iguais a zero, todos eles são colocados no primeiro quadrante (LEMOS, 2001) antes da elaboração do ITI_i utilizando-se a expressão algébrica:

$$F_j^* = \frac{F_j - F_j^{\min}}{F_j^{\max} - F_j^{\min}}$$

Em que:

F_j^{\max} é o menor escore observado para o j -ésimo fator e F_j^{\min} é o maior escore observado para o j -ésimo fator.

Com os índices parciais calculados, realizou-se a padronização deles, de modo a enquadrá-los no intervalo de zero a um.

3.4.3 Identificação de Grupos de Produtores pela análise de *clusters*

A análise de agrupamentos foi realizada com o objetivo de caracterizar os produtores quanto ao índice tecnológico implantado na atividade produtiva, ou seja, procurou identificar produtores com características semelhantes no que concerne à tecnologia utilizada.

O primeiro ponto importante na realização dessa análise foi a padronização dos dados. No entanto as variáveis analisadas já possuem média zero e desvio-padrão igual a um, não sendo necessário o respectivo procedimento, pois se utilizaram os escores fatoriais da análise fatorial.

Quanto ao cálculo das medidas de distância entre as observações, foi utilizada a distância Euclidiana, recomendada para amostras maiores do que 50 observações:

$$d(X_l, X_k) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (X_{il} - X_{ik})^2}$$

Em que:

X_i = i-ésima variável ($i=1, \dots, p$).

l e k = representam os indivíduos.

Como se trata de uma medida de dissimilaridade, quanto menores os seus valores, mais similares serão os indivíduos que estão sendo comparados. Na formação dos *clusters* esse cálculo foi feito para todas as combinações possíveis entre os indivíduos e, em seguida, entre grupos.

A análise de agrupamentos demonstra intensas propriedades matemáticas, mas apresenta pouca fundamentação estatística. Assim, as exigências de normalidade, linearidade e homocedasticidade têm pouca importância nesse procedimento. A importância recai sobre a representatividade da amostra e a multicolinearidade.

O método de algoritmo considerado no agrupamento foi o não hierárquico k-médias, partindo do princípio de que o pesquisador escolhe o número de *clusters* desejado. No método de k-Médias, primeiramente, foram escolhidos os k centroides (sementes) para se iniciar a partição; no segundo momento, comparou-se cada elemento da amostra com cada centroide inicial por meio de uma medida de distância; posteriormente, calcularam-se os valores dos centroides para cada novo grupo formado, comparando novamente cada elemento com cada novo centroide formado por esses novos grupos; e, em seguida, os dois passos anteriores se repetiram, até que todos os elementos amostrais estivessem bem alocados em seus grupos.

A escolha do número de grupos é subjetiva, ou seja, depende dos objetivos e experiência do pesquisador, no entanto essa determinação pode ser feita usando o método de dois estágios proposto por Punj e Stewart (1983) na qual reduz um pouco a subjetividade. Este método consiste em: (i) aplicar o método de variância mínima de Wald ao conjunto de dados; (ii) utilizar algum critério de parada que fornecerá o número de grupos e (iii) utilizar o método de média k com o número de grupos indicado na segunda etapa.

Após determinados esses índices, identificaram-se, por meio de classes, cinco grupos de produtores com características tecnológicas semelhantes.

3.4.4 Cálculo da Capacidade de Pagamento Total e Unitária

O método utilizado para cálculo da capacidade de pagamento foi o residual, que, conforme Campos (2010), é adequado quando existe diversificação de culturas e se preços apropriados podem ser atribuídos (presumivelmente por força de mercado) a todos os insumos exceto um (no caso, água). Matematicamente, tem-se a capacidade de pagamento total como:

$$CPT = RBT - CT$$

Em que:

CPT = Capacidade de pagamento total pelo fator água (em R\$).

RBT= Receita bruta total anual das atividades que usam a água como fator de produção, no caso culturas irrigadas (em R\$).

CT = Custo total anual, exceto o custo do fator água (em R\$).

Para se estimar a capacidade de pagamento unitária, isto é, por unidade do fator, basta dividir a capacidade de pagamento total pelo volume de água consumido durante o período

contábil, como exprime a equação a seguir:

$$CPU = \frac{CPT}{V}$$

Em que:

CPU = Capacidade de pagamento unitária (R\$/1.000m³).

CPT = Capacidade de pagamento total pelo fator água (em reais).

V = Volume de água consumido (1.000m³) durante o período contábil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2 Identificação dos fatores tecnológicos representativos dos irrigantes

Inicialmente, com o intuito de verificar a coesão dos dados, foi calculado o índice Kaiser-Mayer-Olkin (KMO). Assim, observa-se pela Tabela 1, considerando-se distribuição normal dos dados, que o KMO apresentou valor de 0,601 indicando que os dados são consistentes, ou seja, é um índice razoável e aceito para análise fatorial. O Teste de Esfericidade de Bartlett indicou valor de 191,698 ao nível de significância de 1% o que garante que a matriz de correlações não é uma matriz identidade. Conclui-se que os dados amostrais são adequados para uso da análise fatorial.

Tabela 1 – Teste de KMO e teste de esfericidade de Bartlett, 2013

KMO	0,601
Teste de Esfericidade de Bartlett	191,698
Sig	0,000

Fonte: Elaboração com suporte nos resultado da pesquisa (2013).

Na Tabela 2, a partir do uso da análise fatorial pelo método dos componentes principais foram obtidos quatro fatores com raízes características maiores do que um, segundo o critério da raiz latente, o qual possibilitou a adequação das variáveis utilizadas no modelo, de forma que se determinasse uma classificação específica para cada fator representativo.

Tabela 2 – Raízes características e percentual de variância total explicada pela análise fatorial, 2013

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	3,003	27,298	27,298
2	1,816	16,507	43,805
3	1,651	15,011	58,816
4	1,309	11,901	70,717

Fonte: Elaboração com suporte nos resultado da pesquisa (2013).

Na Tabela 3, identificam-se as cargas fatoriais ou coeficientes de correlação após a rotação ortogonal dos fatores de adoção de tecnologia e suas respectivas comunalidades obtidas pelo somatório do quadrado das cargas fatoriais de cada variável. Admite-se que valores acima de 0,5 (em negrito) indicam considerável associação entre a variável e o fator.

Tabela 3 – Cargas fatoriais rotacionadas obtidas pela análise fatorial, 2013

Variáveis	F1	F2	F3	F4	Comunalidades
X1 – Assistência técnica	0,925	0,047	0,182	-0,033	0,891
X11 – Anotações decisão	0,869	0,110	0,119	0,045	0,784
X3 – Escolaridade	0,612	0,190	-0,484	-0,028	0,646
X9 – Realização de projeto	0,607	0,448	0,180	-0,242	0,661
X5 – Monitoramento pragas	0,218	-0,871	0,062	0,089	0,818
X2 – Mudanças melhoradas	0,268	0,710	0,164	0,018	0,604
X6 – Adubação	0,067	0,642	0,179	-0,286	0,530
X8 – Classificação de frutas	0,027	0,023	0,901	-0,173	0,843
X7 – Cobertura morta	0,001	0,076	0,807	-0,011	0,658
X4 – Tempo de experiência	-0,048	-0,082	-0,091	0,859	0,755
X10 – Investimento	0,314	-0,144	0,009	-0,686	0,590

Fonte: Elaboração com suporte nos resultados da pesquisa (2013).

O primeiro fator (F1) foi representado pelo uso intensivo de tecnologia de gestão. O fator (F2) indicou o uso intensivo de tecnologia no plantio. Já o fator (F3) representou o uso intensivo de tecnologia no manejo. Finalmente, o fator F4 representou o uso intensivo de tecnologia por meio do estoque de capital acumulado.

As variáveis que mais contribuíram para indicação de melhor adoção de tecnologia no perímetro irrigado foram: X1 – Assistência técnica (0,925); X3 – Escolaridade (0,612); X9 – Realização de projeto (0,607) e X11 – Anotações para decisão (0,869), pois estas são representadas pelo fator que apresentou maior poder de explicação da variância dos dados (27,298%).

4.3 Agrupamento dos produtores pelo Índice Tecnológico do Irrigante (ITI)

Por meio da análise fatorial, após a obtenção dos escores fatoriais, procedeu-se à elaboração do índice tecnológico para os 53 irrigantes da amostra. Em seguida, foi feita a padronização do índice de forma que este pudesse variar entre zero e um. Quanto mais próximo de um for o índice, melhor será o nível tecnológico do produtor.

De acordo com a Tabela 4, percebe-se que foram identificados cinco grupos de produtores a partir do índice tecnológico (ITI). O grupo um foi classificado como muito baixo e com ITI variando entre zero e 0,20. Na análise, não houve índice menor ou igual a 0,20, por conseguinte, não houve produtor nesse grupo. No grupo dois, que apresentou ITI entre 0,21 e 0,35 (baixo), classificaram-se 21 produtores, o que representa uma frequência relativa de 39,62%.

O grupo três (médio) foi constituído por 25 produtores que apresentaram índice variando entre 0,37 e 0,54, representando 47,16% dos produtores da amostra. O grupo quatro apresentou alto nível tecnológico.

Tabela 4 – Grupos de produtores classificados segundo o índice tecnológico, 2013

Grupos	ITI	Nº de produtores	Frequência relativa (%)
1- Muito Baixo	0- 0,20	0	0,00
2- Baixo	0,21-0,35	21	39,62
3- Médio	0,37-0,54	25	47,16
4- Alto	0,62-0,78	7	13,22
5-Muito Alto	0,79-1,00	0	0

Fonte: Elaboração com suporte nos resultados da pesquisa (2013).

Segundo Madeira (2012), os produtores que apresentam índices tecnológicos entre 0,79 e 1,00 devem ser classificados como utilitários de alta tecnologia. No presente estudo, não foram encontrados produtores nessa categoria (grupo cinco).

4.4 Cálculo da capacidade de pagamento de água bruta pelos irrigantes

Os resultados relativos à capacidade de pagamento (CP) dos irrigantes do perímetro Platôs de Guadalupe, PI, foram estimados por grupos de produtores, considerando o índice de adoção de tecnologia. Para tal finalidade, foram calculadas as receitas brutas médias anuais, os custos variáveis, os custos fixos e os custos totais, todos em valores médios anuais. Com base na metodologia utilizada, este estudo limitou-se em determinar apenas a capacidade de pagamento, o que implica dizer que o lucro do produtor seria maior que o custo com o pagamento pelo uso dessa água, portanto desconsidera-se o cálculo dele. Posteriormente, foram estimadas as capacidades de pagamento totais e unitárias (por 1.000 m³).

De acordo com a Tabela 5, observa-se que a receita bruta média anual dos grupos dois, três e quatro foi R\$135.570,56, R\$132.990,96 e R\$177.548,21, respectivamente, de um total de R\$446.109,73. Por sua vez, os custos totais médios somaram R\$103.531,77, R\$99.748,34 e R\$91.846,93, respectivamente.

Ademais, o uso e intensidade dessas técnicas agrícolas favorecem a produção, gerando maior produtividade e melhores rendimentos na atividade irrigada contribuindo para maior desempenho de um grupo de produtores adeptos dessas práticas, fazendo com que esses grupos classificados por índice de tecnologia, tenham maior ou menor capacidade para pagamento pela água bruta disponível ao processo produtivo.

Tabela 5 – Receita bruta média anual e custo total médio anual por grupo de irrigantes do perímetro Platôs de Guadalupe, Piauí, 2013

Discriminação	Número de Irrigantes	Receita Bruta Média anual (R\$)	Custo Total Médio anual (R\$)
Grupo 2	21	135.570,56	103.531,77
Grupo 3	25	132.990,96	99.748,34
Grupo 4	7	177.548,21	91.846,93
TOTAL	53	446.109,73	295.127,04

Fonte: Elaboração com suporte nos resultados da pesquisa (2013).

Na Tabela 6, a capacidade de pagamento média de água dos irrigantes dos grupos dois, três e quatro foi expressa em valores totais e unitários (por 1.000m³). Constata-se que os produtores do grupo dois mostraram capacidade de pagamento total média de R\$32.038,79 e capacidade de pagamento unitária média de R\$ 68,80/1.000m³. Os grupos três e quatro apresentaram capacidade de pagamento total média de R\$33.242,62 e R\$45.701,28 e unitária média de R\$69,98/1.000m³ e R\$114,03/1.000m³, respectivamente, mostrando serem os grupos que tiveram um maior grau de inovação tecnológica, favorecendo maior capacidade de pagamento pela água bruta no perímetro irrigado. Verificou-se que o grupo dois apresentou índice tecnológico considerado baixo na análise, o que pode ter contribuído para uma capacidade de pagamento por água bruta menor do que os outros grupos.

Tabela 6 – Capacidade de pagamento total e unitária média dos grupos dois, três e quatro do perímetro Platôs de Guadalupe, Piauí, 2013

Discriminação (R\$)	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1 – Receita bruta média anual	135.570,56	132.990,96	137.548,21
2 – Custo total médio anual	103.531,77	99.748,34	91.846,93
3 – CPT média anual	32.038,79	33.242,62	45.701,28
4 – Volume de água médio	465,65	475,01	400,75
5 – CPU média	68,80	69,98	114,03

Legenda: CPT- Capacidade de pagamento total; CPU- Capacidade de pagamento unitária.

Fonte: Elaboração com suporte nos resultado da pesquisa (2013).

A partir da Tabela 7, identificaram-se os reflexos da tecnologia na capacidade de pagamento de água bruta dos produtores do perímetro irrigado Platôs de Guadalupe no Estado do Piauí. Verifica-se, portanto, que os produtores com baixo índice de tecnologia, ou seja, níveis de adoção de tecnologia considerados baixos para o padrão da região, têm uma capacidade de pagamento total média de água para irrigação considerada baixa.

Tabela 7 – Capacidade de pagamento total média, por índice de tecnologia, dos produtores do perímetro irrigado Platôs de Guadalupe, Piauí, 2013

Grupos	ITI	Índice Médio	Cap. Pagamento Total Média (R\$)
Grupo 2-Baixo	0,21-0,35	0,284	32.038,79
Grupo 3-Médio	0,37-0,54	0,455	33.242,62
Grupo 4-Alto	0,62-0,78	0,702	45.701,28

Fonte: Elaboração com suporte nos resultado da pesquisa (2013).

Por sua vez, os produtores com médio e alto índice tecnológico exprimem capacidade de pagamento total média de R\$33.242,62 e R\$45.701,28, respectivamente. Observa-se, portanto, coerência na análise dos dados, mostrando que, quanto maior o nível tecnológico, maior é a capacidade de pagamento por água bruta para irrigação.

Assim, após a identificação dos entraves produtivos, pode-se comprovar eficiência média do processo desenvolvido, contudo soluções nos âmbitos técnico-econômicos são necessárias para alavancar o crescimento da produção agrícola do Perímetro.

5 CONCLUSÃO

As variáveis analisadas permitiram identificar quatro fatores relacionados à tecnologia de gestão, plantio, manejo e estoque de capital acumulado. O índice tecnológico calculado para cada produtor da amostra facilitou a identificação de três grupos de irrigantes com traços característicos semelhantes e classificados como de baixo, médio e alto nível tecnológico. A maioria dos produtores adota uma tecnologia considerada de nível médio.

Quanto à capacidade de pagamento por água bruta no perímetro, concluiu-se que os produtores, em sua maioria, apresentaram capacidade de pagamento total e unitária satisfatória, ou seja, positiva.

Com o intuito de identificar a influência do nível de tecnologia adotado sobre a capacidade de pagamento de água, percebeu-se que os produtores com baixo índice de tecnologia têm uma

capacidade de pagamento baixa; enquanto que os produtores com alto índice tecnológico apresentaram capacidade de pagamento alta. Portanto não se rejeita a hipótese de que a tecnologia influencia na capacidade de pagamento pela água bruta dos irrigantes do perímetro.

Sugere-se que os órgãos públicos formuladores de programas e políticas de desenvolvimento da agricultura da Região, mais especificamente para os perímetros irrigados, desenvolvam ações técnicas de acompanhamento e assistência na produção junto aos produtores rurais por meio da destinação de capacitação e treinamento, a fim de permitir a adoção de práticas e inovações tecnológicas adaptadas e mais eficazes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO CENTRAL DOS IRRIGANTES DO PERÍMETRO PLATÔS DE GUADALUPE (ACIPE). *Relatório informativo*. Guadalupe, PI, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Água (ANA). *GEO Brasil: recursos hídricos*. Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil/Resumo executivo, 60 p. Brasília, DF, 2007.

CAMPOS, R. T. Avaliação sob risco da capacidade de pagamento por água bruta de produtores da bacia do Jaguaribe (CE). *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, n. 2, v. 48, p. 357-380, abr./jun. 2010.

COCHRAN, W. G. *Técnicas de amostragem*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1977.

FÁVERO, L. P. et al. *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FUNDO DE POPULAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (UNFPA). *State of world population [report]*. Nova Iorque, 132p. 2011.

GARRIDO, A. C. et al. *La importancia del valor, costo y precio de los recursos hídricos em su gestión*. Biblioteca Virtual Proyecto FODEPAL. 2004. Disponível em: <<http://www.fodepal.es/Bibvirtual/PAP/papelesnew%20pdf/palaciosgarridonew.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

GUJARATI, D. N. *Econometria básica*. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo demográfico 2010*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

LEMOS, J. J. S. Indicadores de degradação no Nordeste sub-úmido e semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 34., 2001, Brasília, DF. *Anais...* Brasília, DF: SOBER, 2001. p. 1-10.

MADEIRA, S. A. *Análise da modernização agrícola cearense no período de 1996 e 2006*. 2012. 92p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2012.

MAITAL, S. *Economia para executivos: dez ferramentas essenciais para empresários e gerentes*. Rio de Janeiro: Campus, 1996. 262p.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MATTAR, F. N. *Pesquisa de marketing: edição compacta*. São Paulo: Atlas, 1996.

MEIRELES, H. L. *Curso de direito comercial*. São Paulo: Atlas, 1998.

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

PUNJ, G.; STEWART, D.W. Cluster analysis in marketing research: review and suggestions for application. *Journal of Marketing Research*, v. 20, n. 2, p.134-148, maio 1983.

ROLIM, H. *Cobrança de águas: a experiência do Ceará*. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2001. 34 p.

Sobre os autores:

James José de Brito Sousa: Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Professor substituto da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) e do Instituto de Educação Superior Raimundo Sá (Faculdade RSÁ). **E-mail:** james.cespi@hotmail.com

Robério Telmo Campos: Doutor em Economia, Professor titular do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. **E-mail:** roberio@ufc.br

Kilmer Coelho Campos: Doutor em Economia, Professor titular do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. **E-mail:** kilmercc@gmail.com

Marcos Antônio de Brito: Doutor em economia aplicada, professor Adjunto da Universidade Regional do Cariri (URCA). **E-mail:** marcos.brito@ufv.br

