



Revista
Técnico-Científica



A METODOLOGIA ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) E SUA ADAPTAÇÃO PARA PRIORIZAÇÃO DE PRAGAS QUARENTENÁRIAS AUSENTES (PQAs)

Ricardo Hilman¹; Alfredo Raul Abot²; Flávio Roberto Mello Garcia³
Minitério da Agricultura¹; Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul²; Universidade Federal de Pelotas³

RESUMO: O Processo de análise hierárquica é empregado em diversas áreas do conhecimento como saúde, logística, educação, entre outras. O método compara pares de variáveis ou critérios entre si, mediante análise matemática, numa modelagem de ordenação. Este método transforma um problema complexo, com muitas variáveis desorganizadas, em uma visão lógica, estruturada e organizada, facilitando as decisões. Um grupo de especialistas do MAPA e da EMBRAPA adaptou a AHP para priorização das centenas de Pragas Quarentenárias Ausentes (PQA) que constam na lista oficial brasileira, objetivando racionalizar recursos humanos e financeiros. Estas pragas são reconhecidamente ameaças à agricultura nacional e necessitam ter seus riscos de introdução e impactos diminuídos. A adaptação foi construída seguindo os critérios probabilidade de entrada (com seis subcritérios), probabilidade de dispersão e estabelecimento (com sete subcritérios) e probabilidade de impactos estimados (com seis subcritérios). O método foi testado inicialmente com 20 PQA escolhidas pelos especialistas e o resultado permitiu determinar prioridades. Este trabalho tem caráter inovador no Brasil e alcançou objetivos significativos, como o direcionamento para políticas fitossanitárias e linhas de pesquisa, mas despertou a necessidade de avaliar outras PQA

Palavras-chave: Análise hierárquica, métodos multicritérios, priorização de PQA.

THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) METHODOLOGY AND ITS ADAPTATION FOR PRIORITIZING ABSENT QUARANTINE PESTS (PQA)

ABSTRACT: *The Analytic Hierarchy Process (AHP) compares pairs of variables and criteria with each other, through mathematical analysis, in a sorting model. This method turns a complex problem, with many disorganized variables, into a logical vision, structured and organized, facilitating the decisions. A group of experts from*

MAPA and EMBRAPA adapted the AHP for the prioritization of hundreds of Absent Quarantine Pests (PQA) in then Brazilian official list, aiming the streamlining of human and financial resources. Those pests are acknowledged as threats to the national agriculture and their risks of insertion and impacts need to be reduced. The adaptation was built according to the criteria probability of entrance (with six subcriteria), probability of dispersion and settlement (with seven subcriteria) and probability of estimated impacts (with six subcriteria). The method was initially tested with 20 PQA chosen by the experts, and its results allowed priorities to be determined. This study is innovative in Brazil and has achieved significant goals, such as giving direction to phytosanitary strategies and research lines, but also generated the need to evaluate other PQA..

Keywords: Hierarchical analysis, multicriteria methods, PQA's prioritization.

INTRODUÇÃO

Decidir pode ser descrito como o ato de coletar e conceder importância as informações, com posterior procura de possíveis alternativas de solução e, ao final, concluir com a escolha dentre as alternativas (GOMES e MOREIRA, 1998). Existem diversos métodos e técnicas para auxiliar pessoas e organizações nas decisões, de acordo com a quantidade e influência dos critérios. Os métodos multicritérios são alguns desses, porém seu uso deve prever quais objetivos o tomador de decisão pretende alcançar, quando se compara entre si várias alternativas (BANA e COSTA, 1990).

As metodologias de apoio à decisão multicritério possuem duas linhas de estudo, a escola francesa (Multiple Criteria Decision Aid -MCDA) e a escola Americana (Multiple Criteria Decision Making - MCDM). Dentre os métodos da MCDA, pode-se citar o Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations – PROMETHEE, no qual a ordem das alternativas pode ser realizada com a ajuda dos conceitos de relação de dominância e não dominância. Com relação aos métodos MCDM apresenta-se o Analytic Hierarchy Process - AHP (ALVES e ALVES, 2015).

Existem outros métodos para resolução de problemas com características de multicritérios disponíveis, o Elimination Et Choix Traduisant la Réalité - ELECTRE, o Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique - MACBETH,

o Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution -TOPSIS e o Tomada de Decisão Interativa Multicritério - TODIM (RODRIGUES et al., 2001).

Além dessas citações, outras metodologias podem ser utilizadas e cada qual com seus pontos negativos e positivos, porém a AHP está entre as mais conhecidas e utilizadas (ZATTA et al., 2019), principalmente em razão da versatilidade de ajustes do método ao longo do tempo e de acordo com as mudanças que podem ocorrer em relação ao problema estudado (SAATY, 2013a).

O método AHP, consiste na resolução de problemas complexos através de análises hierárquicas estruturadas e comparativas de fatores ou critérios (SAATY, 2013b). Em outras palavras, o AHP tem por objetivo transformar um difícil problema, com muitas possibilidades de resolução desorganizadas, em uma visão coerente, estruturada e organizada. Esta organização é a base para a tomada das decisões.

A metodologia AHP é utilizada em diversas áreas, desde priorização de locais para instalação de unidades de pronto atendimento (BRIOZO e MUSETTI, 2015), priorização de investimentos logísticos (RODRIGUES, 2001), priorização de instalação industrial (ALVES e ALVES, 2015), priorização de processos institucionais (BRASIL, 2017), ou então, na priorização de pragas (SCHWARTZBURG et al., 2007).

No caso da sanidade vegetal que possui um sistema amplo de instituições e pessoas que trabalham conjuntamente no assunto, uma metodologia decisória é fundamental, pois tais decisões podem ser tomadas equivocadamente, em função de percepções, preferências ou persuasões, sejam elas individuais ou de determinados grupos.

NO QUE CONSISTE A METODOLOGIA?

O método AHP criado por Thomas L. Saaty, na década de 70, consiste na comparação em pares de critérios e ou alternativas, conforme sua importância. Tais comparações são convertidas em números e seu cálculo é usado durante a tomada de decisão, de acordo com pesos estabelecidos (DONG et al., 2008). SAATY (2013a) definiu seu método como uma estruturação de hierarquias e estudo matemático, comparando alternativas par a par (Figura 1).

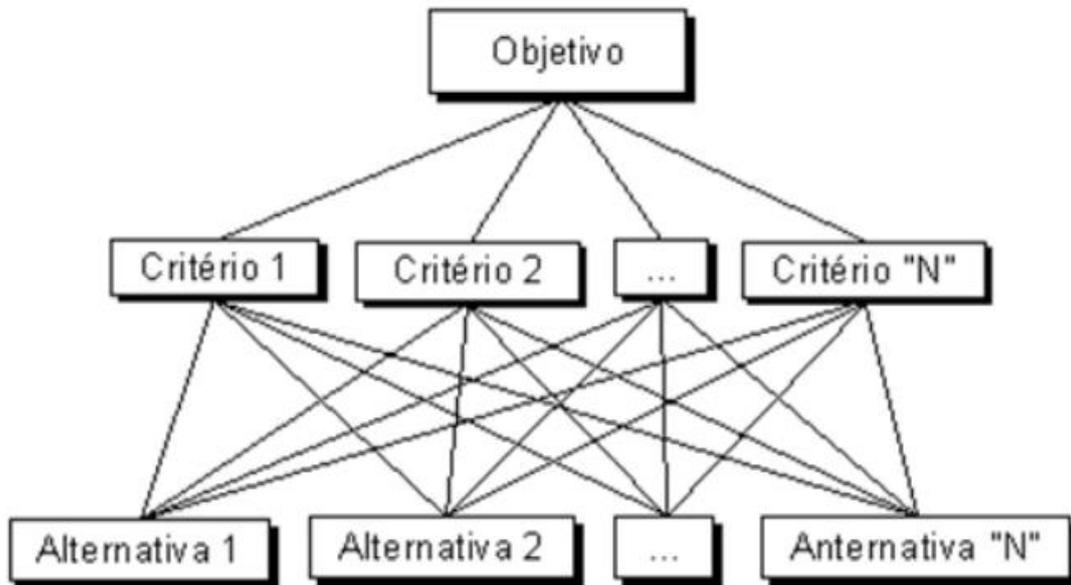


Figura 1: Estruturação hierárquica e comparação par a par conforme o princípio do método AHP (SAATY, 1991).

Figure 1: Hierarchical structuring and pair by pair comparison according to the principle of the AHP method (SAATY, 1991).

Segundo Laranjeira et al. (2018), a aplicação do AHP é dividida em quatro etapas: Identificação dos elementos que compõem um problema complexo e ainda não estruturado; Organização desses elementos (critérios e suas variáveis) numa estrutura lógica e hierárquica; Atribuição de valores numéricos a avaliações subjetivas da importância ou relevância de cada fator por meio de comparação de pares; Cálculo das prioridades de cada elemento.

1.3. ESTRUTURAÇÃO

A estruturação do problema ou formação da hierarquia está diretamente relacionada com a sua complexidade e da composição dos tomadores de decisão ou especialistas. Como a complexidade não pode ser alterada, a escolha dos especialistas se torna muito importante (LARANJEIRA et al., 2018). Segundo Saaty (2013b), deve-se, preferencialmente, trabalhar com grupos pequenos de pessoas e que sejam profundamente conhecedoras do assunto, no formato em que é possível ouvir a totalidade das ideias e opiniões sobre todos possíveis critérios.

Após análise conjunta dos dados levantados e baseados em suas similaridades, os especialistas estabelecem critérios que são agrupados conforme uma determinada hierarquia. Não há limites de níveis ou hierarquias na metodologia, desde que elementos de um mesmo nível possam ser comparados entre si e tenham uma ligação direta com o nível superior (LARANJEIRA et al., 2018).

COMPARAÇÕES E AVALIAÇÃO

As comparações paritárias dos critérios avaliados pela metodologia agregam medidas subjetivas e objetivas, demonstrando o grau de relevância entre as alternativas (SAATY e VARGAS, 2012). Tais comparações aos pares são transformadas em valores numéricos, utilizando-se uma escala fundamental de valores, representativas da comparação dos julgamentos (Tabela 1).

Tabela 1: Escala fundamental de valores de intensidade de importância que representam a comparação de alternativas par a par

Table 1: Fundamental scale of values of intensity of importance that represent the comparison of alternatives pair by pair.

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: SAATY e VARGAS, 2001.

As comparações somente poderão ser realizadas em seu nível hierárquico e de acordo com o nível superior, ou seja, os critérios somente podem ser comparados entre si. O mesmo ocorre com os subcritérios, desde que sejam relativos ao mesmo critério.

1. CONSISTÊNCIA LÓGICA

As comparações aos pares dos critérios no método AHP, podem gerar inconsistências mesmo com experientes especialistas, particularmente quando o número de comparações envolvidas é grande (SAATY, 2013a). Procurando a correção das inconsistências e consequente validação dos dados, o método AHP calcula a Razão de Consistência (RC) dos julgamentos.

$$RC=IC/IR$$

A RC é calculada mediante o quociente entre índice de consistência (IC) e o índice de consistência randômica (IR), obtido em tabela produzida a partir de simulações propostas por SAATY (1991) (Figura 2), com elementos não negativos. O índice de consistência é calculado pela equação:

$$IC = (b_{\text{máx}} - n) / (n-1)$$

Onde $b_{\text{máx}}$ é obtido pelo produto entre o valor do vetor da matriz de julgamentos (em verde), pelo total de cada coluna, calculado na Matriz de Julgamentos. A razão de consistência aceitável deve ser menor ou igual a 0,1, segundo SAATY e VARGAS (2001). Caso contrário deve-se reavaliar as comparações par a par.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IR	0,000	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Figura 2: Índice randômico proposto por SAATY (1991), para cálculo da consistência lógica das alternativas do problema

Figure 2: Random index proposed by SAATY (1991), to calculate the logical consistency of the alternatives of the problem.

METODOLOGIA AHP ADAPTADA À PRIORIZAÇÃO DE PRAGAS QUARENTENÁRIAS AUSENTES

A AHP pode ser utilizada em diversas situações de decisão. Tal metodologia foi utilizada, estrategicamente, como instrumento decisório para tratar de priorização de PQA no âmbito do DSV/MAPA, além da possibilidade de indicar linhas de pesquisas (LARANJEIRA et al., 2018). Este processo decisório gerou frutos com a publicação da portaria nº 131 do MAPA, de 27/6/2019, que institui o Programa Nacional de Prevenção e Vigilância de Pragas Quarentenárias Ausentes (PNPV-PQA), e orienta em seu art. 4º que os métodos para priorização de PQA e para indicação das áreas de risco são definidos pelo DSV. O método em questão, no atual momento, é o AHP adaptado por LARANJEIRA et al. (2018).

O PROCESSO DE ADAPTAÇÃO DA AHP A PRIORIZAÇÃO DE PQA

O processo de priorização de PQA, como uma das estratégias para política fitossanitária do MAPA, baseado na metodologia AHP, iniciou-se em 2015 com a escolha de 22 especialistas da área de fitossanidade, (pesquisadores da EMBRAPA e Auditores Fiscais Federais Agropecuários do MAPA) com notório conhecimento e experiência (LARANJEIRA et al., 2018). Após a formação da equipe, iniciou-se a aplicação da metodologia conforme as quatro etapas básicas do método.

Inicialmente os especialistas indicaram aspectos importantes para compor a metodologia AHP. Tais aspectos compuseram os critérios de priorização, determinados sob o ponto de vista dos prováveis impactos causados (econômico, ambiental e social), da probabilidade de entrada, além da probabilidade de estabelecimento e dispersão em território brasileiro de PQA, conforme exemplo observado na Figura 03.

PRIORIZAÇÃO DE PRAGAS QUARENTENÁRIAS AUSENTES

ENTRADA	ESTABELECIMENTO E DISPERSÃO	IMPACTOS ESTIMADOS
---------	-----------------------------	--------------------

Figura 03: Critérios fundamentais para priorização de Pragas Quarentenárias Ausentes (LARANJEIRA et al., 2018).

Figure 03: Fundamental criteria for prioritizing Quarantine Pests Absent (LARANJEIRA et al., 2018).

2.2.1. CRITÉRIO “ENTRADA”

Na referida hierarquia ou estruturação, entre os subcritérios estabelecidos, foram inferidos valores com o objetivo de quantificá-los. Com relação ao critério probabilidade de ENTRADA de uma praga em território brasileiro, em função de variáveis geográficas e comerciais, foram estabelecidos seis subcritérios e determinados seus respectivos valores individuais.

2.2.1.1. SUBCRITÉRIO “DISTÂNCIA ENTRE A LOCALIZAÇÃO MAIS PRÓXIMA E A FRONTEIRA BRASILEIRA”

Tabela 2: Valores estabelecidos para o subcritério “Distância da praga à fronteira brasileira” conforme o processo analítico de hierarquia

Table 2: Values established for the sub-criterion “Distance from pest to Brazilian border” according to the hierarchy analytical process

Escala	Distância da praga com a fronteira brasileira
0 – Nulo ou muito baixo	A praga está a mais de 6000 km da fronteira brasileira
250 – Baixo	A praga está entre 6000 e 4000 km da fronteira brasileira
500 – Médio	A praga está entre 4000 e 1000 km da fronteira brasileira
750 – Alto	A praga está entre 1000 e 100 km da fronteira brasileira
1000 – Muito alto	A praga já está a menos de 100 km da fronteira brasileira

Fonte: ADAIME et al., 2018

SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE PAÍSES FRONTEIROS COM O BRASIL EM QUE A PRAGA OCORRE”

Tabela 3: Valores estabelecidos para o subcritério “Número de países fronteiriços onde a praga ocorre” segundo o processo analítico de hierarquia

Table 3: Values established for the sub-criterion “Number of bordering countries where the pest occurs” according to the hierarchy analytical process.

Escala	Número de países fronteiriços onde a praga ocorre
0 – Nulo ou muito baixo	A praga não está presente em nenhum país fronteiro
250 – Baixo	A praga está presente em apenas um país fronteiro
500 – Médio	A praga está presente em dois ou três países fronteiriços
750 – Alto	A praga está presente em quatro países fronteiriços
1000 – Muito alto	A praga está presente em cinco ou mais os países fronteiriços

Fonte: ADAIME et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE PAÍSES EM QUE A PRAGA OCORRE”:

Tabela 4: Valores estabelecidos para o subcritério “Número de países em a praga ocorre” como estabelecido pelo processo analítico de hierarquia

Table 4: Values established for the sub-criterion “Number of countries in which the pest occurs” as established by the hierarchy analytical process

Escala	Número de países em que a praga ocorre
0 – Nulo ou muito baixo	A praga ocorre em apenas um país
250 – Baixo	A praga ocorre em 2 a 10 países
500 – Médio	A praga ocorre em 11 a 20 países
750 – Alto	A praga ocorre em 21 a 50 países
1000 – Muito alto	A praga ocorre em mais de 50 países

Fonte: ADAIME et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE CONTINENTES EM QUE A PRAGA OCORRE”.

Tabela 5: Valores para o subcritério “Número de continentes onde a praga ocorre”, estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia

Table 5: Values for the sub-criterion “Number of continents where the pest occurs”, established by the hierarchy analytical process

Escala	Número de continentes onde a praga ocorre
0 – Nulo ou muito baixo	A praga ocorre em um continente
250 – Baixo	A praga ocorre em dois continentes
500 – Médio	A praga ocorre em três continentes
750 – Alto	A praga ocorre em quatro continentes
1000 – Muito alto	A praga ocorre em cinco continentes

Fonte: ADAIME et al., 2018

SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE IMPORTAÇÕES DE MATERIAL HOSPEDEIRO OU ARTIGO REGULAMENTADO”

Tabela 6: Valores estabelecidos para o subcritério “Número de importações de MHAR por ano”, elaborados pelo processo analítico de hierarquia.

Escala	Número de importações de material hospedeiro/ artigo regulamentado (MHAR) por ano
0 – Nulo ou muito baixo	Até 10 importações de MHAR ao ano
250 – Baixo	Até 100 importações de MHAR ao ano
500 – Médio	Até 500 importações de MHAR ao ano
750 – Alto	Até 1000 importações de MHAR ao ano
1000 – Muito alto	Mais de 1000 importações de MHAR ao ano

Fonte: ADAIME et al., 2018.

Tabela 7: Valores para o subcritério “Volume de importação de MHAR por ano”, estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia

Escala	Volume de importação de material hospedeiro/ artigo regulamentado (MHAR) por ano
0 – Nulo ou muito baixo	Menos de 100 kg de MHAR importado ao ano
250 – Baixo	Até 1000 kg de MHAR importado ao ano
500 – Médio	Até 10 t de MHAR importado ao ano
750 – Alto	Até 100 t de MHAR importado ao ano
1000 – Muito alto	Mais de 100 t de MHAR importado ao ano

Fonte: ADAIME et al., 2018.

Após a quantificação dos valores de cada subcritério, determinaram-se seus respectivos pesos, conforme a graduação de importância indicada pelos especialistas da EMBRAPA e do MAPA a partir dos princípios do método AHP (Tabela 12).

Tabela 8: Valores calculados pelo método referentes aos Pesos dos subcritérios para o critério “entrada” e peso global do subcritério no processo analítico de hierarquia
Table 8: Values calculated by the method referring to the Weights of the sub-criteria for the “entry” criterion and global weight of the sub-criteria in the hierarchy analytical process

Subcritério	Peso do subcritério para entrada	Peso global do subcritério
Distância da praga da fronteira brasileira	0,1727	0,043
Número de países fronteiriços onde a praga ocorre	0,2498	0,062
Número de países onde a praga ocorre	0,1398	0,034
Número de continentes onde a praga ocorre	0,0755	0,019
Número de importações de material hospedeiro / artigo regulamentado por ano	0,1593	0,039
Volume de importação de material hospedeiro / artigo regulamentado por ano	0,2029	0,050

Fonte: ADAIME et al., 2018.

2.2.2. SUBCRITÉRIO “ESTABELECIMENTO E DISPERSÃO”

Com relação ao critério probabilidade de estabelecimento e dispersão de uma praga em território brasileiro (em função de seus hospedeiros e características

biológicas), foram estabelecidos sete subcritérios e determinados seus respectivos valores individuais.

SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE HOSPEDEIROS”

Tabela 9: Valores estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia para o subcritério “Número de hospedeiros conhecidos para a praga”

Table 9: Values established by the hierarchy analytical process for the subcriterion “Number of known hosts for the pest”

Escala	Número de hospedeiros conhecidos para a praga
0 – Nulo ou muito baixo	apenas um
250 – Baixo	até 5
500 – Médio	de 6 a 20
750 – Alto	de 21 a 50
1000 – Muito alto	mais de 50

Fonte: FIDELIS et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “ÁREA TOTAL DAS CULTURAS HOSPEDEIRAS”.

Tabela 10: Valores do subcritério “Área total das culturas hospedeiras da praga no Brasil” estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia

Table 10: Values of the sub-criterion “Total area of pest host cultures in Brazil” established by the hierarchy analytical process

Escala	Área total das culturas hospedeiras da praga no Brasil
0 – Nulo ou muito baixo	Menos de 1000 ha
250 – Baixo	Até 5000 ha
500 – Médio	De 5000 a 50.000 ha
750 – Alto	De 50.000 a 200.000 ha
1000 – Muito alto	Mais de 200.000 ha

Fonte: FIDELIS et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NO BRASIL”

Tabela 11: Valores estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia para o subcritério “Potencial de adaptação climática da praga no Brasil”

Escala	Potencial de adaptação climática da praga no Brasil
0 – Nulo ou muito baixo	Não há expectativa de adaptação da praga ao Brasil
250 – Baixo	10% do território brasileiro é apto à adaptação climática da praga
500 – Médio	De 11% a 25% do território brasileiro é apto à adaptação climática da praga
750 – Alto	De 26% a 50% do território brasileiro é apto à adaptação climática da praga
1000 – Muito alto	Mais de 50% do território brasileiro é apto à adaptação da praga

Fonte: FIDELIS et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “PERCENTUAL DE MICRORREGIÕES COM CULTIVOS DO HOSPEDEIRO”

Tabela 12: Valores do subcritério “Percentual de microrregiões com culturas hospedeiras das pragas no Brasil”, estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia

Escala	Percentual de microrregiões com culturas hospedeiras das pragas no Brasil
0 – Nulo ou Muito baixo	Menos de 5%
250 – Baixo	De 5% a 10%
500 – Médio	De 11% a 25%
750 – Alto	De 26% a 50%
1000 – Muito alto	Mais de 50%

Fonte: FIDELIS et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE CONTROLE”

Tabela 13: Valores fixados pelo processo analítico de hierarquia para o subcritério “Eficiência de métodos de controle disponíveis para erradicação da praga no Brasil”

Table 13: Values set by the hierarchical analytical process for the subcriterion “Efficiency of available control methods for pest eradication in Brazil”

Escala	Eficiência de métodos de controle disponíveis para erradicação da praga no Brasil
0 – Nulo ou muito baixo	Há métodos disponíveis no Brasil, capazes de erradicar a praga em 100% dos casos.
250 – Baixo	Há métodos disponíveis no Brasil, capazes de erradicar a praga em 75% dos casos.
500 – Médio	Há métodos disponíveis no Brasil, capazes de erradicar a praga em 50% dos casos
750 – Alto	Há métodos disponíveis no Brasil, capazes de erradicar a praga em 25% dos casos.
1000 – Muito alto	Não há métodos de erradicação disponíveis no Brasil, ou a eficiência dos métodos disponíveis é capaz de erradicar a praga abaixo de 25% dos casos.

Fonte: FIDELIS et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “ESTIMATIVA DE DISTÂNCIA DE DISPERSÃO NATURAL ANUAL”

Tabela 14: Valores do subcritério “Estimativa da distância de dispersão natural anual de cada praga” conforme o processo analítico de hierarquia

Table 14: Values of the subcriterion “Estimation of the annual distance of natural dispersion of each pest” according to the hierarchy analytical process.

Escala	Estimativa da distância de dispersão natural anual de cada praga no Brasil
0 – Nulo ou muito baixo	Até 1 km
250 – Baixo	Entre 1 km e 50 km
500 – Médio	Entre 50 km e 200 km
750 – Alto	Entre 200 km e 500 km
1000 – Muito alto	Acima de 500 km

Fonte: FIDELIS et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “PROBABILIDADE DE DISPERSÃO ANTRÓPICA”

Tabela 15: Valores gerados pelo processo analítico de hierarquia para o subcritério “Estimativa da probabilidade de dispersão antrópica das pragas”

Table 15: Values generated by the hierarchy analytical process for the sub-criterion “Estimated probability of anthropic dispersion of pests”

Escala	Estimativa da probabilidade de dispersão antrópica das pragas
0 – Nulo ou muito baixo	Não há risco de dispersão antrópica
250 – Baixo	Ocorrência de uma a duas vias de dispersão antrópica
500 – Médio	Entre três e quatro vias de dispersão antrópica
750 – Alto	Ocorrência de cinco vias de dispersão antrópica
1000 – Muito alto	Acima de cinco vias de dispersão antrópica

Fonte: FIDELIS et al., 2018

Após o estabelecimento da quantificação dos valores de cada subcritério, determinaram-se seus respectivos pesos, conforme a graduação de importância segundo os especialistas (Tabela 20).

Tabela 16: Valores calculados pelo método referentes aos Pesos dos subcritérios para o critério “estabelecimento e dispersão” e peso global do subcritério no processo analítico de hierarquia

Subcritério	Peso do subcritério para Estabelecimento e Dispersão	Peso global do subcritério
Número de hospedeiros	0,1762	0,036
Área total das culturas hospedeiras	0,1752	0,036
Potencial adaptação climática ao Brasil	0,159	0,033
Percentual de microrregiões com cultivos dos hospedeiros	0,1174	0,024
Eficiência de métodos de controle (erradicação)	0,096	0,020
Estimativa de distância de dispersão natural anual	0,131	0,027
Probabilidade de dispersão antrópica	0,1452	0,030

Fonte: FIDELIS et al., 2018.

2.2.3. CRITÉRIO “IMPACTOS ESTIMADOS”

Este critério aborda a capacidade da praga de provocar impactos econômicos, sociais e ambientais. Para este critério foram estabelecidos seis subcritérios e determinados seus respectivos valores individuais.

2.2.3.1. SUBCRITÉRIO “EXPECTATIVA DO PERCENTUAL DE DANO”

Tabela 17: Valores do subcritério “Expectativa do percentual de dano”, estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia

Escala	Expectativa do percentual de dano
0 – Nulo ou muito baixo	Danos menores que 5% da produção
250 – Baixo	Danos entre 5% e 10% da produção
500 – Médio	Danos entre 11% e 25% da produção
750 – Alto	Danos entre 26% e 50% da produção
1000 – Muito alto	Acima de 50% de danos à produção

Fonte: LOHMANN et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “VALOR DA PRODUÇÃO ANUAL DA CULTURA HOSPEDEIRA”

Tabela 18: Valores estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia para o subcritério “Valor da produção anual da cultura hospedeira da praga”

Escala	Valor da produção anual da cultura hospedeira da praga
0 – Nulo ou muito baixo	Menos de R\$0,5 bilhão
250 – Baixo	Entre R\$0,5 bilhão e R\$1 bilhão
500 – Médio	Entre R\$1 bilhão e R\$5 bilhões
750 – Alto	Entre R\$5 bilhões e R\$10 bilhões
1000 – Muito alto	Mais de R\$10 bilhões

Fonte: LOHMANN et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE PAÍSES QUE REGULAMENTAM A PRAGA”

Tabela 19: Valores fixados pelo processo analítico de hierarquia para o subcritério “Número de países que regulamentam a praga no mundo”

Escala	Número de países que regulamentam a praga
0 – Nulo ou muito baixo	A praga não é regulamentada por nenhum país
250 – Baixo	A praga é regulamentada em até dois países
500 – Médio	A praga é regulamentada em até 10 países
750 – Alto	A praga é regulamentada em até 20 países
1000 – Muito alto	A praga é regulamentada por mais de 20 países

Fonte: LOHMANN et al., 2018.

2.2.3.4. SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS COM A CULTURA HOSPEDEIRA”

Tabela 20: Valores estabelecidos pelo processo analítico de hierarquia para o subcritério “Número de estabelecimentos com a cultura hospedeira da praga no Brasil”

Escala	Número de estabelecimentos com a cultura hospedeira da praga
0 – Nulo ou muito baixo	Menos de 50.000 estabelecimentos
250 – Baixo	Entre 50.000 e 250.000 estabelecimentos
500 – Médio	Entre 250.000 e 500.000 estabelecimentos
750 – Alto	Entre 500.000 e 1.000.000 estabelecimentos
1000 – Muito alto	Mais de 1.000.000 estabelecimentos

Fonte: LOHMANN et al., 2018.

SUBCRITÉRIO “NÚMERO DE EMPREGOS NA CADEIA PRODUTIVA DO CULTIVO DOS HOSPEDEIROS”

Tabela 21: Valores do subcritério conforme o processo analítico de hierarquia “Número de empregos na cadeia produtiva dos cultivos hospedeiros da praga”

Escala	Número de empregos na cadeia produtiva dos cultivos hospedeiros da praga
0 – Nulo ou muito baixo	Menos de 2.000 empregos
250 – Baixo	Entre 2.000 e 50.000 empregos
500 – Médio	Entre 50.000 e 250.000 empregos
750 – alto	Entre 250.000 e 500.000 empregos
1000 – Muito alto	Mais de 500.000 empregos

Fonte: LOHMANN et al., 2018.

2.2.3.6. SUBCRITÉRIO “POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR AGROTÓXICOS”

Tabela 22: Valores do subcritério “Potencial de contaminação por agrotóxicos pela praga”, decorrentes do processo analítico de hierarquia.

Escala	Potencial de contaminação por agrotóxicos pela praga
0 – Nulo ou muito baixo	Menos de 1000 ha
250 – Baixo	Até 5000 ha
500 – Médio	Até 50.000 ha
750 – Alto	Até 200.000 ha
1000 – Muito alto	Mais de 200.000 ha

Fonte: LOHMANN et al., 2018.

Após a quantificação dos valores de cada subcritério, determinaram-se seus respectivos pesos, conforme a graduação de importância estabelecida pelos especialistas da EMBRAPA e do MAPA (Tabela 23).

Tabela 23: Valores calculados pelo método referentes aos Pesos dos subcritérios para o critério “impactos estimados” e peso global do subcritério no processo analítico de hierarquia

Subcritério	Peso do subcritério para impacto estimado	Peso global do subcritério
Expectativa do percentual de dano causado pela praga	0,2708	0,148
Valor da produção anual da cultura hospedeira da praga	0,2493	0,136
Número de países que regulamentam a praga	0,1636	0,089
Número de estabelecimentos com a cultura hospedeira da praga	0,1198	0,065
Número de empregos na cadeia produtiva dos cultivos hospedeiros da praga	0,13	0,071
Potencial de contaminação por agrotóxicos pela praga	0,0664	0,036

Fonte: LOHMANN et al., 2018.

Para estabelecer os níveis hierárquicos e conseqüentemente seus respectivos valores, os subcritérios foram comparados, entre si par a par. Dessa forma é possível avaliar a importância de cada um.

CONCLUSÃO

Esta metodologia foi aplicada pelos especialistas do MAPA e da EMBRAPA em 20 PQA (Figura 4) escolhidas por esses mesmos especialistas, baseados nas suas experiências (LARANJEIRA et al., 2018).

Nome da praga	Classificação	Tipo de praga
<i>African cassava mosaic virus</i>	Geminiviridae	Vírus
<i>Anastrepha suspensa</i>	Diptera: Tephritidae	Inseto
<i>Bactrocera dorsalis</i>	Diptera: Tephritidae	Inseto
<i>Boeremia foveata</i>	Pleosporales: Didymellaceae	Fungo
<i>Brevipalpus chilensis</i>	Trombidiformes: Tenuipalpidae	Ácaro
<i>Cirsium arvense</i>	Asterales: Asteraceae	Planta Daninha
<i>Cydia pomonella</i>	Lepidoptera: Tortricidae	Inseto
<i>Ditylenchus destructor</i>	Tylenchida: Anguinidae	Nematoide
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense Raça 4 Tropical	Hypocreales: Nectriaceae	Fungo
<i>Globodera rostochiensis</i>	Tylenchida: Heteroderidae	Nematoide
<i>Lobesia botrana</i>	Lepidoptera: Tortricidae	Inseto
<i>Moniliophthora roreri</i>	Agaricales: Marasmiaceae	Fungo
Síndromes do Tipo Amarelecimento Letal	Acholeplasmatales: Acholeplasmataceae	Fitoplasma
<i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i>	Enterobacteriales: Enterobacteriaceae	Bactéria
<i>Plum pox virus</i>	Potyviriidae: Potyvirus	Vírus
<i>Striga</i> spp.	Lamiales: Orobanchaceae	Planta Daninha
<i>Tomato ringspot virus</i>	Picornavirales: Secoviridae	Vírus
<i>Toxotrypana curvicauda</i>	Diptera: Tephritidae	Inseto
<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>	Xanthomonadales: Xanthomonadaceae	Bactéria
<i>Xylella fastidiosa</i> subsp. <i>fastidiosa</i>	Xanthomonadales: Xanthomonadaceae	Bactéria

Figura 4: Lista das 20 pragas quarentenárias ausentes selecionadas pelos especialistas da EMBRAPA e do MAPA para priorização de acordo com o processo analítico de hierarquia (LARANJEIRA et al., 2018).

Figure 4: List of the 20 absent quarantine pests selected by EMBRAPA and MAPA specialists for prioritization according to the hierarchy analytical process (LARANJEIRA et al., 2018).

Desta forma, iniciou-se a priorização de pragas, utilizando-se o método AHP, como estratégia de priorização às ameaças à agricultura nacional. Trabalho inovador realizado por vários especialistas e que alcançou diversos objetivos significativos, como o Programa Nacional de Prevenção e Vigilância de pragas Quarentenárias Ausentes (PNPV-PQA) e o direcionamento para algumas linhas de pesquisa.

Além desses fatos, a priorização proporcionou o direcionamento para o vasto caminho a ser percorrido. Neste sentido, torna-se importante ampliar o número de PQA submetidas à AHP, norteados os governos e a iniciativa privada para as ações fitossanitárias e o desenvolvimento de pesquisas.

REFERÊNCIAS

Análise de resultado para Entrada. In: FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T.; LOPES-DA-SILVA, M; PARIZZI, P.; LARANJEIRA F. F. (1 Ed.). (Org.). Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil. Brasília-DF: **EMBRAPA**, 2018. p. 57-73.

ALVES, J. R. X.; ALVES, J. M. Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). **Production**, São Paulo-SP, v. 25, n. 1, p. 13-26, janv/mar. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010365132015000100013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 05 dec. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132014005000023>

BANA E COSTA, C. A.; ALMEIDA, M. C. de. Mensor – Método Multicritério Para Segmentação Ordenada. **Revista Investigação Operacional**, v. 10, n. 1, p. 19-28. 1990.

BRASIL. Método de priorização de processos: Gestão de Integridade, Riscos e Controles Internos da Gestão. Brasília - DF: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. 2017. 17 p.

BRIOZO, R.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h. **Gestão & Produção**, São Carlos-SP, v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2015000400805&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 05 dez. 2020.

DONG, Y.; XU, Y.; LI, H.; DAI, M. A comparative study of the numerical scales and the prioritization methods in AHP. **European Journal of Operational Research**, UK, v. 186, n. 1, p. 229-242. 2008. DOI:[10.1016/j.ejor.2007.01.044](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.044)

FIDELIS, E. G.; LARANJEIRA, F. F.; LOPES-DA-SILVA, M; PESSOA, M. C. P. Y.; RASKI, R. K.; MICHEREFF FILHO, M; HIROSE, E.; SANCHES, M. M.; MELLO, A. F. S.; XAUD, M. R.; NOGUEIRA-DE-SÁ, L. A. Análise de resultado para Estabelecimento e Dispersão. In: FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T.; LOPES-DASILVA, M; PARIZZI, P.; LARANJEIRA F. F. (Org.). Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil. 1 ed, Brasília-DF: **EMBRAPA**, 2018. p.75-96.

GOMES, L. F. A.; MOREIRA, A. M. M. Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério. **Revista de Ciência e Tecnologia Política e Gestão para a Periferia**. Recife, v. 2, n. 2, p. 117-139, 1998.

LARANJEIRA, F. F.; PELICANO E TELHADO, S. F. Analytic Hierarchy Process (AHP) como método para priorização de pragas quarentenárias ausentes. In: FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T.; LOPES-DA-SILVA, M; PARIZZI, P.; LARANJEIRA F. F. (Org.).

Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil. 1 ed, Brasília-DF: **EMBRAPA**, 2018. p.37-47.

LARANJEIRA, F. F.; ALEXANDRE, J. B.; FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T. R.; LOPES-DA-SILVA, M.; PARIZZI, P.; MICHEREFF FILHO, M. Processo de priorização de pragas quarentenárias ausentes: hierarquia, critérios e lista final. In: FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T.; LOPES-DA-SILVA, M.; PARIZZI, P.; LARANJEIRA F. F. (Org.). Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil. 1 ed, Brasília-DF: **EMBRAPA**, 2018. p.48-56.

LOHMANN, T. R.; LOPES-DA-SILVA, M.; VALENTE, C. M. W.; BAGOLIN, D. J.; RASKI, R. K.; MICHEREFF FILHO, M. Análise de resultado para Impactos Estimados. In: FIDELIS, E. G.; LOHMANN, T.; LOPES-DA-SILVA, M.; PARIZZI, P.; LARANJEIRA F. F. (Org.). Priorização de Pragas Quarentenárias ausentes no Brasil. 1 ed, Brasília-DF: **EMBRAPA**, 2018. p.97-114.

RODRIGUES, F. H.; MARTINS, W. C.; MONTEIRO, A. B. F. C. O Processo de Decisão Baseado em um Método de Análise Hierárquica na Tomada de Decisão Sobre Investimentos. In: CAIXETA FO., J. V.; MARTINS, R. S. (Ed.), **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2001. 157 p.

SAATY, T. L. Método de Análise Hierárquica. 3 ed. São Paulo-SP: **Makron Books do Brasil Editora Ltda, Editora McGraw-Hill do Brasil**, 1991. 367 p.

SAATY, T. L. Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World. 3 ed. USA: **RWS Publications**, 2013a. 366 p.

SAATY, T. L. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory With the Analytic Hierarchy Process. v. 6, USA: **RWS Publications**, 2013b. 527 p.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. Models, methods, concepts applications of the analytic hierarchy process. International Series in Operations Research & Management Science, v. 1. USA: **Springer**, 2001. 333 p.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. 2 ed. International Series in Operations Research & Management Science, 175. USA: **Springer**. 2012. 345 p.

SCHWARTZBURG, K.; BAILEY, W.; BRAMMER, C.; LEMAY, A.; DUFFIÉ, L.; FIESELMANN, D. Development of an analytical hierarchy process (AHP) model for exotic plant pest prioritization. In: Abstract of poster presented at American Phytopathological Society Meeting, 2007. Austin-USA, Disponível em: <https://www.apsnet.org/meetings/topicalmeetings/NPDRS/Documents/2007/Attachme nt-24.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

ZATTA, F. N.; MATTOS, A. L.; OLIVEIRA, R. R. de; FREITAS, R. R. de; GONÇALVES, W. Application of the Analytic Hierarchy Process in the choice of health insurance.

Research, Society and Development, v. 8, n. 1, p. 532, 2019. <Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/532>>. Acesso em: 11 jan. 2021.