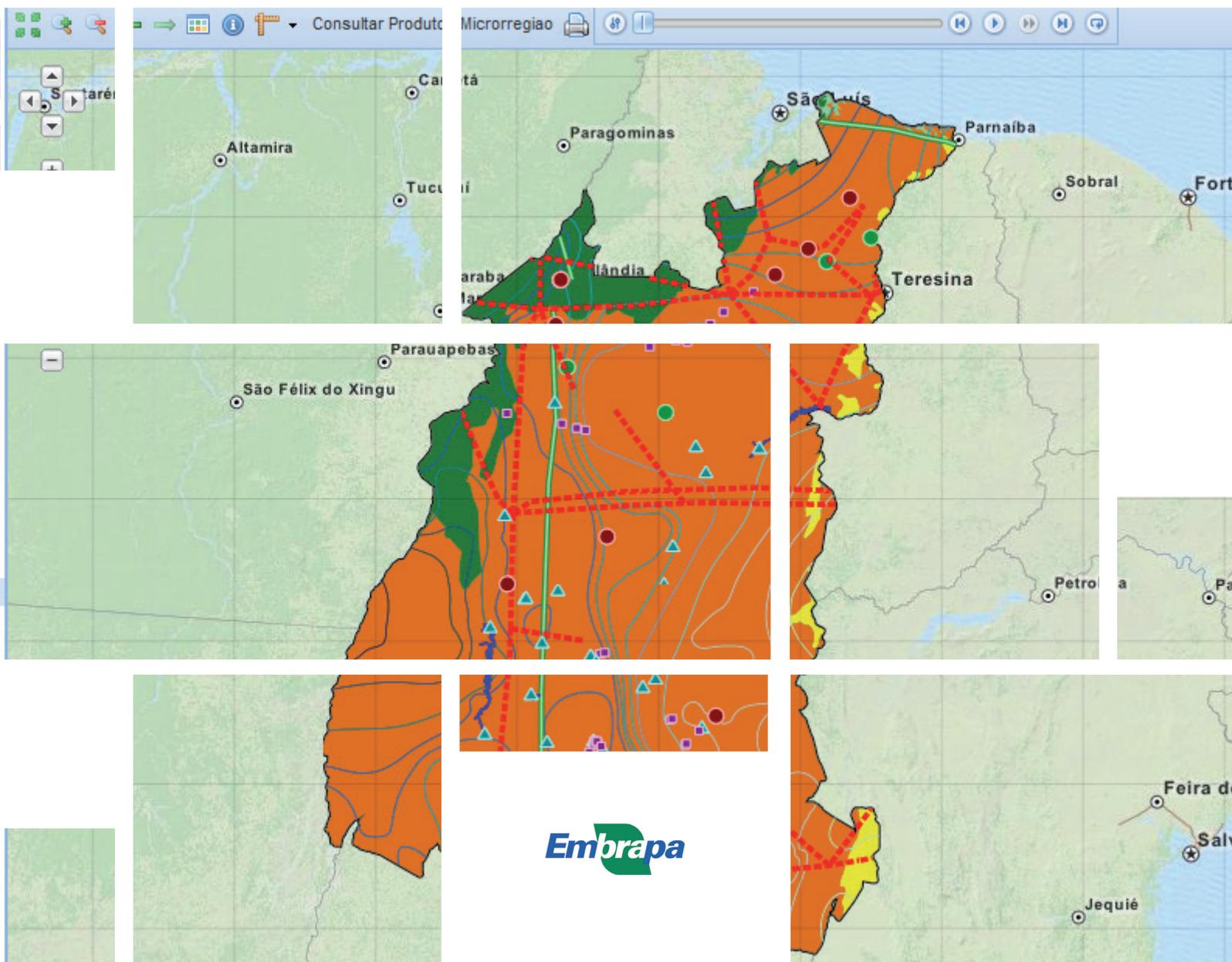


## Aplicação do software M-Macbeth para avaliar o impacto institucional da Delimitação e caracterização territorial do Matopiba



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Monitoramento por Satélite  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **DOCUMENTOS 119**

# Aplicação do software M-Macbeth para avaliar o impacto institucional da Delimitação e caracterização territorial do Matopiba

*André Luiz dos Santos Furtado  
Carlos Alberto de Carvalho  
Daniela Maciel Pinto  
Gustavo Spadotti Amaral Castro  
Lucíola Alves Magalhães  
João Alfredo de Carvalho Mangabeira  
José Gilberto Jardine  
Sérgio Gomes Tôsto*

Editores Técnicos

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Monitoramento por Satélite**

Av. Soldado Passarinho, nº 303  
Fazenda Jardim Chapadão  
13070-115, Campinas, SP  
Fone: (19) 3211.6200  
www.embrapa.br/territorial  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Monitoramento por Satélite

Presidente  
*Sérgio Gomes Tosto*

Secretário-Executivo  
*Bibiana Teixeira de Almeida*

Membros  
*André Luiz dos Santos Furtado, Bibiana Teixeira de Almeida, Carlos Fernando Quartaroli, Daniela Maciel Pinto, Fabio Enrique Torresan, Gustavo Bayma Siqueira da Silva, Janice Freitas Leivas, Marcelo Fernando Fonseca, Vera Viana dos Santos Brandão*

Supervisão editorial  
*Suzi Carneiro e Bibiana Teixeira de Almeida*

Revisão de texto  
*Bibiana Teixeira de Almeida*

Normalização bibliográfica  
*Vera Viana dos Santos Brandão*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica e Tratamento das ilustrações  
*Suzi Carneiro*

Ilustração da capa  
*Embrapa Monitoramento por Satélite*

**1ª edição**  
1ª impressão (2017): versão on-line

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Monitoramento por Satélite

---

Aplicação do software M-Macbeth para avaliar o impacto institucional da Delimitação e caracterização territorial do Matopiba / André Luiz dos Santos Furtado... [et al.]. – Campinas : Embrapa Monitoramento por Satélite, 2017.  
24 p. : il. ; (Documentos / Embrapa Monitoramento por Satélite, ISSN 0103-7811; 119).

1. Heveicultura. 2. Impacto ambiental. 3. Uso da terra. I. Furtado, André Luiz dos Santos. II. Carvalho, Carlos Alberto de. III. Pinto, Daniela Maciel. IV. Castro, Gustavo Spadotti Amaral. V. Magalhães, Lucíola Alves. VI. Mangabeira, João Alfredo de Carvalho. VII. Jardine, José Gilberto. VIII. Tosto, Sérgio Gomes. IX. Título. X. Série.

---

CDD 658.403

© Embrapa, 2017

## Autores

### **André Luiz dos Santos Furtado**

Biólogo, Doutor em Ecologia, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

### **Carlos Alberto de Carvalho**

Bacharel em Informática, Mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

### **Daniela Maciel Pinto**

Bibliotecária, Mestre em Ciência da Informação, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

### **Gustavo Spadotti Amaral Castro**

Agrônomo, Doutor em Agricultura, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

### **Lucíola Alves Magalhães**

Geóloga, Doutora em Geociências, analista da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

### **João Alfredo de Carvalho Mangabeira**

Agrônomo, Doutor em Desenvolvimento Econômico, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

### **José Gilberto Jardine**

engenheiro de alimentos, Doutor em Engenharia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

### **Sérgio Gomes Tôsto**

Agrônomo, Doutor em Desenvolvimento, Espaço e Meio Ambiente, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP



## Sumário

Introdução.....	11
Macbeth.....	12
A tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba”.....	12
Metodologia.....	14
Resultados e discussão.....	16
Considerações finais.....	18
Referências.....	19
ANEXO.....	21
Detalhamento dos critérios avaliados.....	21
Análise comparativa dos pesos dos critérios e subcritérios selecionados para a avaliação da tecnologia.....	21
Critério: Políticas públicas e relacionamento institucional.....	21
Critério: Produção técnico-científica.....	22
Critério: Sistema de informação.....	23
Critério: Transferência de tecnologia.....	24
Critério: Comunicação e informação.....	25



## Introdução

A avaliação de impactos é um importante instrumento para a gestão de ciência, tecnologia e inovação, e vem sendo cada vez mais adotada pelas organizações no sentido de apoiá-las em decisões estratégicas (FURTADO et al., 2008). Trata-se de um processo cujo objetivo é otimizar a aplicação de recursos e esforços na geração e no desenvolvimento de novas tecnologias, produtos, processos e serviços (TPPS), e que pode ser realizado antes ou após a implementação de ações para a geração e o desenvolvimento das TPPS.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) é uma instituição pública de pesquisa vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) do Brasil, que, desde a década de 1980, faz a avaliação de impactos de suas TPPS. Como fundamentação metodológica, a empresa tem adotado o sistema Ambitec-Agro e o método de excedente econômico, segundo o qual o período de tempo analisado é de 15 anos para culturas anuais e 25 anos para culturas perenes, salvo casos especiais devidamente justificados (ÁVILA et al., 2008). Especificamente, a metodologia Ambitec-Agro tem sido utilizada como pré-requisito para a avaliação dos impactos ambiental e social das tecnologias produzidas pelas Unidades da Embrapa. Essa metodologia centra-se em critérios quantificáveis e bem estabelecidos da produção agrícola e visa quantificar o impacto de determinada cultura ou processo no ambiente por meio de um mecanismo simples e de baixo custo (RODRIGUES et al., 2003)<sup>1</sup>.

Em razão dos indicadores qualitativos e quantitativos utilizados, o Ambitec-Agro mostra-se favorável para a avaliação de tecnologias cuja aplicação segue a lógica de mercado tradicional, segundo a qual é possível controlar as interações entre oferta e demanda de um produto material a partir dos elementos de acesso, tais como compra e venda. Trata-se de um método bastante aderente aos produtos tangíveis, que tem em sua estrutura um perfil de critérios já estabelecidos para análise e não permite a possibilidade de ajustes nesse perfil.

Nesse contexto, a Embrapa Monitoramento por Satélite – uma unidade temática da Embrapa cuja missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação baseadas em geotecnologias e geoinformação para a gestão territorial e sustentabilidade da agricultura –, com forte vocação para a produção de conhecimentos intangíveis, buscou uma alternativa mais conexa às pesquisas e produtos gerados pela Unidade. Assim, para fazer uma análise mais adequada de suas TPPS, a Unidade tem explorado a análise multicritério de apoio à decisão, que se baseia em um paradigma construtivista e tem como convicções que norteiam o modelo, de acordo com Bana e Costa e Pirlot (1997):

- a) a consideração simultânea dos elementos de natureza objetiva e subjetiva; e
- b) a convicção construtivista, que tem a participação e a aprendizagem dos participantes do projeto como pilares do paradigma.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar a aplicação da análise multicritério, a partir do software M-Macbeth, empreendida pela Embrapa Monitoramento por Satélite, para avaliar o impacto da tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” utilizando como base para a avaliação a perspectiva institucional.

<sup>1</sup> Posteriormente foi adicionado um novo módulo ao Ambitec, o Ambitec-Social (MONTEIRO; RODRIGUES, 2006), e recentemente o Ambitec-Agro sofreu a incorporação de indicadores do ciclo de vida de produtos agroindustriais (FIGUEIRÉDO et al., 2010a, 2010b).

## Macbeth

O *Measuring Attractiveness by a Categorical-Based Evaluation Technique* (Macbeth) é um método de julgamento semântico (BANA E COSTA; VASNICK, 1995). Nele, as funções de valor são obtidas por meio da comparação da diferença de atratividade entre duas linhas de ação quaisquer, sempre aos pares. Esse fato simplifica bastante o julgamento da equipe decisora e, com isso, tenta contornar as limitações encontradas em outros métodos. O método tem como premissa a coerência do decisor, que enfrenta dificuldade reconhecida de manter-se coerente à medida que o número de alternativas e critérios aumenta. Para isso, o programa faz a análise da coerência cardinal e semântica e sugere, caso necessário, possibilidades de ajuste utilizando programação linear (MELLO et al., 2002).

Para entender a importância do método Macbeth, é preciso compreender a diferença entre as preferências ordinal e cardinal, pois o método auxilia a quantificar esta última usando como insumo os julgamentos de valores expressos qualitativamente. Toda decisão envolve a expressão de preferências, sejam ordinais ou cardinais.

O método Macbeth identifica possíveis inconsistências entre os juízos de valores que os decisores manifestam e possibilita que elas sejam revistas e corrigidas. Detalhes sobre os procedimentos matemáticos que fundamentam a obtenção de uma escala numérica a partir de julgamentos de valores qualitativos, assim como a identificação de inconsistências entre os julgamentos de valores, estão disponíveis em Bana e Costa et al. (2005). Há uma descrição detalhada do método em Chaves e Gomes (2014).

## A tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba”

A região geoeconômica denominada Matopiba (acrônimo das iniciais dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) é caracterizada pela expansão de uma agricultura baseada fortemente em tecnologias de alta produtividade. As mudanças no uso e na ocupação das terras apresentam características diferenciadas quando comparadas ao que historicamente ocorreu em outras regiões do Brasil. Salvo algumas exceções, não ocorreram desmatamentos significativos, e sim mudanças no uso e na condição fundiária das terras (MIRANDA et al., 2014b).

A demanda pela “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” surgiu como uma necessidade de diversos órgãos governamentais, no ano de 2013, e foi incluída em um acordo de cooperação técnica celebrado entre o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), por meio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Convênio Incra–Embrapa nº 54.000.000.208/2014-61).

Conduzido pelo Grupo de Inteligência Territorial Estratégica (Gite), o trabalho para “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” foi desenvolvido a partir da aplicação da metodologia que teve como base os quadros natural, agrícola, agrário, socioeconômico e logístico. Essa metodologia permitiu uma nova contextualização da região estudada, com a inclusão de áreas que anteriormente não estavam contempladas em ações voltadas para a região. O trabalho desenvolvido pelo Gite buscou incluir, em um território geograficamente coerente, a dinâmica de expansão da agricultura moderna nessa região e do crescimento econômico decorrente observados nas últimas décadas, além de tendências territoriais futuras (MIRANDA et al., 2014a), tendo sido adotado pela Presidência da República a partir da publicação do Decreto nº 8.447, de 06 de maio de 2015, que dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário (PDA) do Matopiba.

Nesse documento, é incumbência do ministro de Estado do Mapa o ato de definir os municípios incluídos na área de abrangência e que serão atendidos pelo PDA. A seleção dos municípios foi publicada na Portaria nº 244, de 12 de novembro de 2015, que traz na íntegra todos os municípios indicados na proposta de delimitação. A Embrapa também adotou o limite proposto dentro do projeto especial criado na empresa (Plano Estratégico de Atuação da Embrapa na Região do Matopiba – código 05.13.25.009.00.00), que teve, entre outras atribuições, a de definir áreas de atuação da Embrapa na região geograficamente delimitada.

O principal critério adotado para a delimitação territorial do Matopiba foi utilizar as áreas de Cerrado que ocorrem nos quatro estados da Federação. Essas áreas representam 91% de todo o território do Matopiba. No entanto, áreas do Bioma Amazônia (7,3%), a noroeste, e do Bioma Caatinga (1,7%), a leste do Cerrado, também foram incluídas na proposta de delimitação e caracterização, após operações de geoprocessamento que identificaram áreas de intersecção territorial entre o Cerrado e os limites cartográficos das microrregiões do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

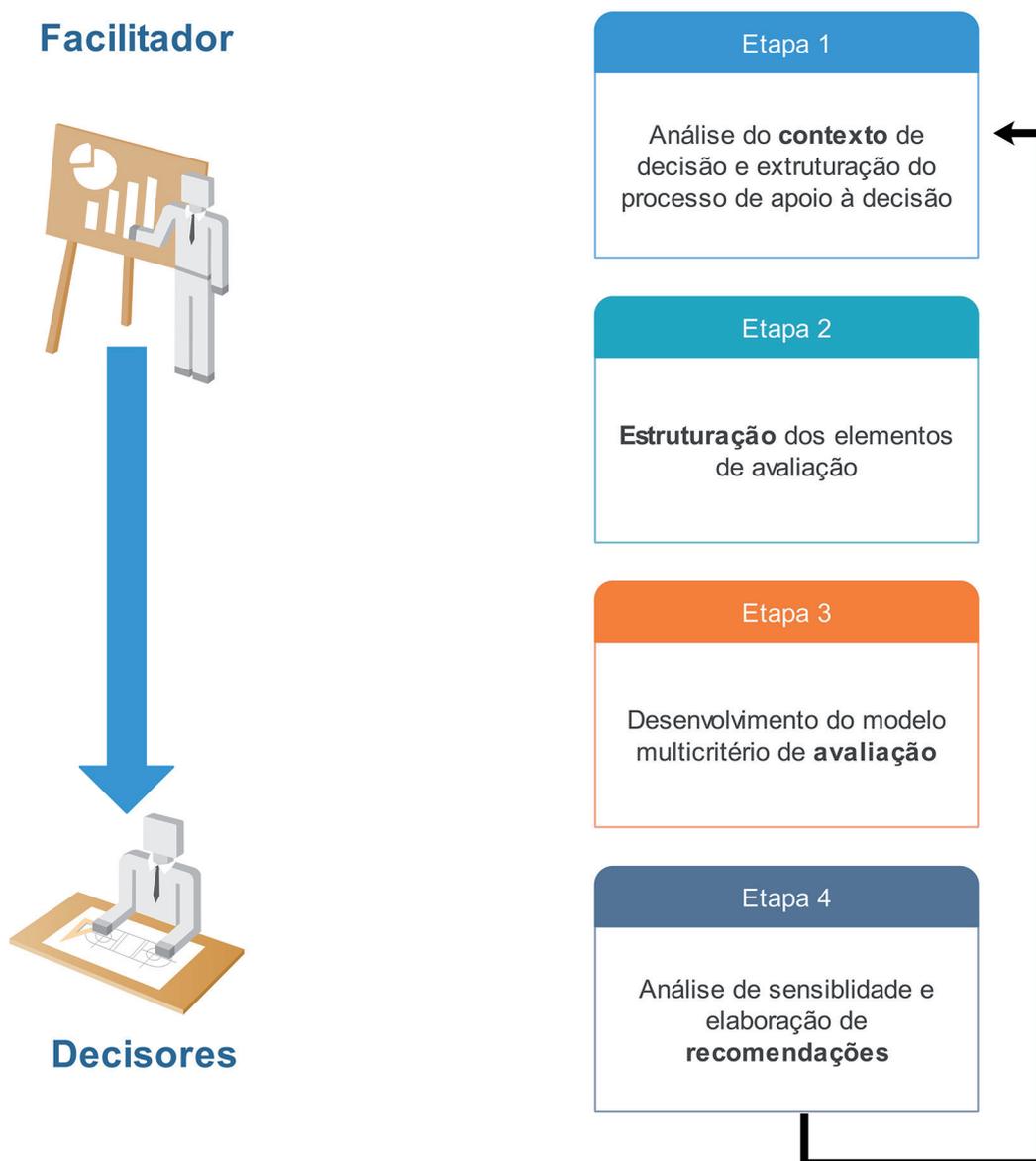
A análise dos quadros natural, agrário, agrícola, de infraestrutura e socioeconômico permitiu mensurar o alcance territorial da produção agropecuária e florestal no território, identificar as microrregiões que cumprem papel relevante no provisionamento de insumos para a atividade agropecuária e também as que são o destino logístico de parte significativa da produção agropecuária, além de microrregiões que se destacam no atendimento de políticas públicas, tais como a atribuição de terras para reforma agrária. A delimitação buscou atender não somente os grandes produtores de grãos localizados no oeste da Bahia, sul do Maranhão e Piauí e leste do Tocantins, mas todas as cadeias produtivas (65 produtos considerados) que podem gerar renda e emprego para a população residente na região.

A delimitação e consequente caracterização da área do Matopiba correspondem aos limites de 31 microrregiões geográficas do IBGE. Segundo Fonseca e Miranda (2014), elas reúnem 337 municípios, representam um total de aproximadamente 73 milhões de hectares, englobam 324.326 estabelecimentos agrícolas que ocupam uma área de 33.929.100 ha, além de 42 unidades de conservação (8.838.764 ha), 28 terras indígenas (4.157.189 ha), 865 assentamentos de reforma agrária (3.706.699 ha) e 34 áreas quilombolas (249.918 ha), em um total de 15.673.078 ha de áreas legalmente atribuídas, excluídas as sobreposições. O trabalho buscou ser operacional, para o planejamento integrado de políticas públicas e privadas para a região, e permite diversos recortes territoriais (bacias, microrregiões geográficas, municípios, etc.), conforme a necessidade dos diversos órgãos que o utilizarem. A metodologia adotada e as informações levantadas e trabalhadas nos contextos natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura foram disponibilizados para a equipe interna do projeto, para as instituições governamentais (Mapa e Incra) e para o público geral. Essa disponibilização foi feita inicialmente a partir da publicação de dez notas técnicas ([http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/matopiba/conteudo/notas\\_tecnicas.html](http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/matopiba/conteudo/notas_tecnicas.html)) e cinco palestras (<http://www.cnpm.embrapa.br/projetos/matopiba/conteudo/download.html>) e, ao fim do projeto, a partir de um sistema de planejamento territorial estratégico disponibilizado gratuitamente na internet, denominado Geoweb Matopiba (<http://mapas.cnpm.embrapa.br/matopiba2015/>).

Uma vez definida a área de abrangência do Matopiba, a Unidade orientou o Mapa no sentido de identificar as áreas prioritárias para as primeiras fases de implementação de políticas públicas para elevação da renda no campo. Essa identificação baseou-se na renda bruta, no número de estabelecimentos agropecuários por microrregiões e municípios e na concentração da produção e densidade das principais cadeias produtivas associadas ao público-alvo.

## Metodologia

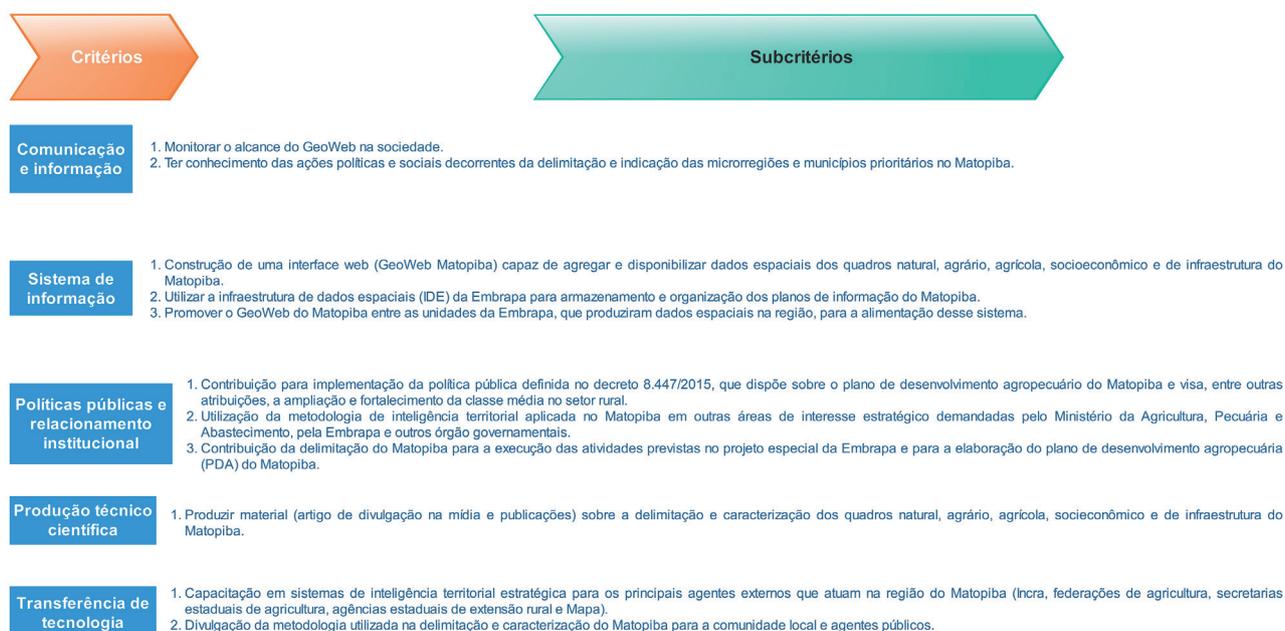
No processamento metodológico, foram consideradas quatro etapas de execução (Figura 1): (1) enquadramento da situação de decisão (identificação do problema e o contexto no qual a decisão se insere; os atores que participarão no processo decisório); (2) estruturação do problema (identificação dos pontos de vista fundamentais; descritores de impactos); (3) construção do modelo multicritério aditivo de valor e avaliação das opções segundo esse modelo; (4) análise de sensibilidade do modelo e recomendações (BANA E COSTA et al., 2013).



**Figura 1.** Processo da abordagem multicritério de apoio à decisão (BANA E COSTA et al., 2013).

A equipe de avaliação da tecnologia, também denominada equipe de decisores, foi formada por quatro pesquisadores e quatro analistas da Embrapa Monitoramento por Satélite e contou com a mediação feita por um agente externo independente, especialista capacitado na aplicação do método Macbeth, cuja função foi facilitar a comunicação entre a equipe de decisores.

Em nossa avaliação da tecnologia, somente foram consideradas a perspectiva e o contexto institucional, representados pela Embrapa. A partir desse pressuposto, foram estabelecidos os critérios e os níveis de referência para o cálculo do índice de impacto institucional da tecnologia. No processo de construção do modelo, foi necessário estabelecer descritores de impacto ou critérios de forma interativa com base em julgamentos qualitativos. Os descritores de impacto ou critérios elaborados pela equipe de decisores, estabelecidos na fase de estruturação, são apresentados na Figura 2.



**Figura 2.** Seleção de critérios e subcritérios definidos para a avaliação dos impactos da tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba”.

No processo de construção do modelo, os descritores de impacto e critérios devem ser definidos de forma interativa com base em julgamentos qualitativos. Critério é um objetivo que deve apresentar duas propriedades: (a) ser essencial dentro do contexto de decisão; (b) ser controlável. A equipe, nesse caso, deve ter condições de propor ações para melhorar o objeto que está sendo avaliado, sem depender de ações que estejam fora do contexto decisório (KEENEY, 1992).

Em todas as etapas do método Macbeth, a equipe contou com o “facilitador” Professor Doutor Ranulfo Paiva Sobrinho<sup>2</sup>. Especificamente, as fases (c) e (d) (construção do modelo multicritério e análise de sensibilidade do modelo e recomendações, respectivamente) foram realizadas com o apoio do software M-Macbeth.

No processo de avaliação da “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba”, os decisores manifestaram suas preferências (etapa 3) considerando os níveis de referência (mínimo aceitável e bom) para cada um dos critérios, o que permitiu calcular o índice final.

<sup>2</sup> Comunicação pessoal feita durante o processo de construção do modelo multicritério para avaliar a tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” sob a óptica institucional da Embrapa.

## Resultados e Discussão

No total, foram definidos cinco critérios, cada um deles composto por um ou mais subcritérios que, no fim, totalizaram 11 subcritérios (Tabela 1).

**Tabela 1.** Matriz de julgamento dos critérios elencados para a avaliação dos impactos no contexto “institucional”, com os respectivos subcritérios, pontuação e peso e o índice global da tecnologia.

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Peso</b>	<b>Pontuação</b>
<b>Comunicação e Informação</b>	Monitorar o alcance do Geoweb Matopiba na sociedade	0,035	100
	Ter conhecimento das ações políticas e sociais decorrentes da delimitação e indicação das microrregiões e municípios prioritários do Matopiba	0,014	100
	Construção de uma interface web (Geoweb Matopiba) capaz de agregar e disponibilizar dados espaciais dos quadros natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura do Matopiba	0,085	60
<b>Sistema da informação</b>	Utilizar a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) da Embrapa para armazenamento e organização dos planos de informação do Matopiba	0,061	100
	Promover o Geoweb Matopiba entre as Unidades da Embrapa que produziram dados espaciais na região, para alimentação desse sistema	0,048	-170
	Contribuição para a implementação da política pública definida no Decreto nº 8.447/2015, que dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e visa, entre outras atribuições, a ampliação e o fortalecimento da classe média no setor rural	0,099	100
<b>Políticas públicas e relacionamento institucional</b>	Utilização da metodologia de inteligência territorial aplicada ao Matopiba em outras áreas de interesse estratégico demandadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela Embrapa e por outros órgãos governamentais	0,056	33,33
	Contribuição da delimitação do Matopiba para a execução das atividades previstas no projeto especial da Embrapa e para elaboração do Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba	0,212	100
<b>Produção científica</b>	Produzir material (artigo de divulgação na mídia e publicações) sobre a delimitação e caracterização dos quadros natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura do Matopiba	0,268	170 -170
	Capacitação em sistemas de inteligência territorial estratégica para os principais agentes externos que atuam na região do Matopiba (Incra, federações de agricultura, secretarias estaduais de agricultura, agências estaduais de extensão rural e Mapa)	0,091	100
<b>Transferência de Tecnologia</b>	Divulgação da metodologia utilizada na delimitação e caracterização do Matopiba para a comunidade local e agentes públicos	0,031	37,5
<b>Índice global da tecnologia</b>		<b>1</b>	<b>78,56</b>

Para cada um dos 11 subcritérios escolhidos, foram definidos 2 níveis de referência: (1) nível mínimo aceitável, também, chamado de nível neutro, equivalente a 0; (2) nível bom, equivalente a 100. Ao fazer isso, a equipe expressou sua preferência ordinal usando os dois níveis de referências e, em alguns casos, níveis intermediários.

Uma vez identificados os critérios e subcritérios, o próximo passo foi avaliar a “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” em relação a cada um deles e, depois, obter uma pontuação capaz de refletir o desempenho da referida tecnologia perante todos os critérios e subcritérios simultaneamente.

Para avaliar a “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” perante cada um dos subcritérios, a equipe observou o nível atual alcançado pela tecnologia e situou-a da seguinte forma:

A – está abaixo do nível mínimo,

B – alcançou o nível mínimo,

C – está acima do nível bom,

D – alcançou o nível bom, ou

E – está entre o nível mínimo e o nível bom.

Usando esses níveis, foi possível quantificar a preferência cardinal e obter a pontuação em relação ao critério analisado. Em seguida, foram feitos os julgamentos. O software M-Macbeth avaliou a consistência e apontou as possíveis inconsistências desses julgamentos e, em seguida, gerou uma escala numérica considerando os julgamentos de valores. Esse procedimento foi feito para avaliar a “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” perante todos os critérios e subcritérios apontados (Tabela 1).

Em linhas gerais, a avaliação dos impactos no contexto institucional da tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” apresentou resultados positivos em 10 dos 11 subcritérios elencados. Como exceção, o subcritério “Promoção do Geoweb Matopiba entre as Unidades da Embrapa que produziram dados espaciais na região, para alimentação deste sistema” foi o único com uma avaliação inferior à desejada, e obteve nota final igual a “- 170”, abaixo do nível mínimo estipulado. Isso ocorreu porque o limite mínimo aceitável para esse subcritério era “Convidar institucionalmente as demais Unidades da Embrapa, que participaram do projeto especial, para que façam a inserção de dados espaciais no geoweb”, e o ideal é extrapolar esses convites para cada líder de projeto cuja área de atuação territorial (direta ou indireta) seja a região do Matopiba. Isso indica a necessidade de melhorar/aprimorar a relação desta Unidade junto às outras Unidades da Embrapa.

Por sua vez, o subcritério “Produção de material (artigo de divulgação na mídia e publicações) sobre a delimitação e caracterização dos quadros natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura do Matopiba” superou o nível estipulado como bom e alcançou o nível “+170”. Esse resultado mostra que a equipe executora da “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” empregou esforços na divulgação e superou os níveis considerados bons para esse quesito, publicando e divulgando de forma ótima os resultados alcançados para a tecnologia.

Dos outros nove subcritérios, seis alcançaram a pontuação 100, ou seja, o nível considerado bom para o objetivo a que se propuseram. Foram eles: “Monitoramento do alcance do Geoweb Matopiba na sociedade”, o que foi feito via consulta ao aplicativo Google Analytics; “Conhecimento das ações

políticas e sociais decorrentes da delimitação e indicação das microrregiões e municípios prioritários do Matopiba”, o que foi possível a partir das publicações no Diário Oficial da União (DOU); “Utilização da Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) da Embrapa para armazenamento e organização dos planos de informação do Matopiba”; “Contribuição para a implementação da política pública definida no Decreto nº 8.447/2015, que dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e visa, entre outras atribuições, a ampliação e o fortalecimento da classe média no setor rural”; “Contribuição da delimitação do Matopiba para a execução das atividades previstas no projeto especial da Embrapa e para a elaboração do plano de desenvolvimento agropecuário (PDA) do Matopiba”; e “Capacitação em sistemas de inteligência territorial estratégica para os principais agentes externos que atuam na região do Matopiba (Incrá, federações de agricultura, secretarias estaduais de agricultura, agências estaduais de extensão rural e Mapa)”.

Outros três subcritérios apresentaram notas entre 0 e 100 e superaram o nível mínimo desejado, mas ficaram aquém do considerado bom para seus respectivos impactos. Desses, dois estão mais próximos do nível mínimo aceitável (“Utilização da metodologia de inteligência territorial aplicada no Matopiba em outras áreas de interesse estratégico demandadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela Embrapa e outros órgãos governamentais” e “Divulgação da metodologia utilizada na delimitação e caracterização do Matopiba para a comunidade local e agentes públicos”), deixando claro que ainda são necessários mais esforços na comunicação desta Unidade com as demais Unidades da Embrapa, e na divulgação local, junto aos principais atores a serem impactados pela tecnologia. Já o subcritério “Construção de uma interface web (Geoweb Matopiba) capaz de agregar e disponibilizar dados espaciais dos quadros natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura do Matopiba” ficou próximo de alcançar o nível bom, faltando agregar funções de buscas mais específicas no sistema.

Ao fim da avaliação dos impactos institucionais, foi possível perceber que a tecnologia avaliada está acima do nível médio, próxima do nível bom, com uma nota final igual a 78,56. A maior proximidade do valor do impacto final em relação à referência 100, considerada boa, indica que a tecnologia avaliada alcançou boa parte de seus objetivos, com impactos institucionais positivos. Para aumentar sua efetividade, pode direcionar esforços para aprimorar os subcritérios que ficaram abaixo do desejado/bom ou focar nos subcritérios nos quais a equipe mostrou-se mais efetiva, cabendo aos gestores da Unidade a melhor estratégia a ser seguida nos próximos anos, enquanto a tecnologia tiver seu impacto avaliado. A discriminação dos pesos, em cada um dos critérios e subcritérios avaliados, bem como o detalhamento da avaliação de cada critério, está disponível para consulta no Anexo – Detalhamento dos critérios avaliados.

Assim como as avaliações de impacto de tecnologias geradas anteriormente, salientamos que o processo de organização das reuniões com a assistência de um facilitador externo e com interatividade contribui para alcançar a imparcialidade necessária, demonstrando, de forma realística, o impacto da tecnologia. Os critérios definidos de forma qualitativa foram transformados em informações quantitativas, o que possibilitou uma análise mais imparcial e uma visualização concreta e simplificada dos resultados da tecnologia. Seguindo a sugestão de avaliações de impacto anteriores, comprovamos que a análise multicritério, por meio do método Macbeth, é uma ferramenta de análise de impactos viável e agregadora no planejamento de futuros projetos que tenham como objetivo a geração de soluções tecnológicas.

## Considerações finais

A aplicação do software M-Macbeth permitiu observar que os resultados obtidos a partir da tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” serviram de apoio para que o Mapa, juntamente com a Presidência da República, elaborasse o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba, lançado no Decreto Presidencial nº 8.447, de 06 de maio de 2015. Em 12 de novembro de 2015 foi publicada a Portaria nº 244, que lista todos os municípios que serão atendidos pelo PDA–Matopiba. Um dos objetivos do PDA–Matopiba é que ele seja um instrumento orientador para a implementação e harmonização de programas, projetos e ações federais relacionados às atividades agrícolas e pecuárias na região. O decreto também dispõe que essas ações deverão ser orientadas por três grandes eixos: 1 – infraestrutura logística da agropecuária, 2 – inovação e tecnologia voltadas às atividades agropecuárias e 3 – ampliação da classe média no setor rural.

A “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” representa um instrumento fundamental para o planejamento integrado de políticas públicas para a região e contribui diretamente para o desenvolvimento da agricultura familiar, das comunidades indígenas e dos assentamentos de reforma agrária, entre outras atividades com impacto na segurança alimentar. Por meio de sua oficialização, registrada no Decreto nº 8.447, de 06 de maio de 2015, a tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” contribui para o desenvolvimento econômico sustentável das atividades agrícolas e pecuárias com foco na inovação e tecnologia, nos investimentos em infraestrutura e assistência técnica. Essas ações podem beneficiar uma população rural de aproximadamente dois milhões de habitantes.

Os impactos da tecnologia são significativos, porém desdobram-se de forma indireta para a região, por meio de resoluções normativas, programas, projetos, etc. direcionados ao Matopiba. Nesse aspecto, é importante registrar que, a partir da “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba”, a Embrapa Monitoramento por Satélite contribuiu, ainda, na orientação, junto ao Mapa, para identificar as microrregiões prioritárias no atendimento das diretrizes presentes no PDA–Matopiba.

Outro impacto de nível institucional diz respeito ao lançamento do sistema de planejamento territorial estratégico para a região do Matopiba, denominado Geoweb Matopiba, que resulta do levantamento de dados existentes em fontes oficiais e trabalhados para os limites territoriais da região. Esses dados estão organizados em uma aplicação disponível na web que reúne informações numéricas, cartográficas e iconográficas, sumarizadas em 5 quadros – natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura – das 31 microrregiões e 337 municípios dos 4 estados que compõem o Matopiba. No tocante à renda e pobreza rural, o geoweb traz informações sobre a concentração espacial (em microrregiões) dos estabelecimentos agropecuários em quatro classes de renda, e fornece subsídios que possibilitam aos gestores públicos identificar regiões prioritárias para o aumento da renda no campo, com a indicação de cadeias produtivas, por exemplo. O Geoweb Matopiba possibilita a geração de análises espaciais, tais como sobreposições, cálculos de áreas e distâncias, o download dos dados vetoriais para manipulação por usuários com expertise em geoprocessamento e a produção de mapas para impressão.

A aplicação do método Macbeth para avaliar o impacto da tecnologia “Delimitação e Caracterização territorial do Matopiba” mostrou-se adequada e eficaz no contexto analisado.

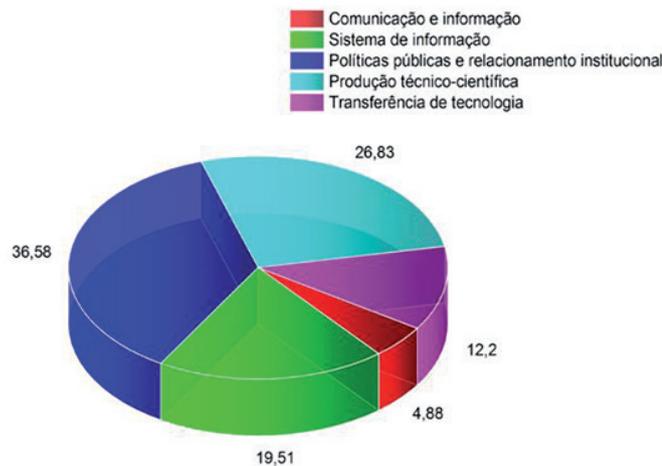
## Referências

- AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (Ed.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p.
- BANA e COSTA, C. A.; PIRLOT, M. **Thoughts on the future of multicriteria field**: basic convictions and outline for a general methodology. *Multicriteria Analysis*. Berlin: Springer Verlag, 1997.
- BANA E COSTA, C. A.; De CORTE, J. M.; VANSNICK, J. C. On the mathematical foundations of MACBETH. In: FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (Ed.). **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. New York: Springer, 2005. p. 409–442.
- BANA E COSTA, C. A.; MEZA, L. A.; OLIVEIRA, M. D. MACBETH. *Engevista*, v. 15, n. 1, p. 3-27, 2013.
- BANA E COSTA, C. A.; VANSNICK, J. C. A theoretical framework for Measuring attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH). In: CLÍMACO, J. (Ed.). **Multicriteria Analysis**. Berlin: Springer Verlag, 1995.
- CHAVES, M. C. de C.; GOMES, C. F. S. Avaliação de biocombustíveis utilizando o apoio multicritério à decisão. *Production*, v. 24, n. 3. p. 495-507, 2014.
- FURTADO, A. T.; BIN, A.; BONACELLI, M. B. M.; PAULINO, S. R.; MIGLINO, M. A.; CASTRO, P. F. D. de. Avaliação de resultados e impactos da pesquisa e desenvolvimento: avanços e desafios metodológicos a partir de estudo de caso. *Gestão & Produção*, v. 15, n. 2, p. 381-392, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2008000200013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2008000200013&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 fev. 2016.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, M. de F.; ARAGÃO, F. A. S. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, F. S. B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations – part 1: Ambitec-Life Cycle, a methodological approach for considering life cycle thinking. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 14, p. 1366-1375, 2010a.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, M. de F.; ARAGÃO, F. A. S. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, F. S. B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations – part 2: methodological approach for performing vulnerability analysis of watersheds. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 14, p. 1376-1385, 2010b.
- FONSECA, M. F.; MIRANDA, E. E. de. **MATOPIBA**: Caracterização do Quadro Agrário. Campinas: Embrapa, 2014. 40 p. (Embrapa. Nota Técnica GITE, 6). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139276/1/NT6-QuadroAgrario.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2016.
- KEENEY, R. L. **Value-focused thinking**: a path to creative decision making. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1992.
- MELLO, J. C. C. B. S. de; GOMES, E. G.; LINS, M. P. E. **Análise multicritério da presença da Universidade Federal Fluminense com o uso do método MACBETH**. *Produção*, v. 11, n. 2, p. 53-67, 2002.
- MIRANDA, E. E. de; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. de. **Proposta de Delimitação Territorial do MATOPIBA**. Campinas: Embrapa, 2014a. 18 p. (Embrapa. Nota Técnica GITE, 1). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139202/1/NT1-DelimitacaoMatopiba.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2016.
- MIRANDA, E. E. de; MAGALHÃES, L. A.; TORSIANO, R. Uma nova fronteira agrícola? *AgroDBO*, São Paulo, v. 11, n. 72, p. 38 - 40, nov. 2014b.
- MONTEIRO, R. C.; RODRIGUES, G. S. A system of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture – Ambitec-Agro. *Journal of Technology Management & Innovation*, v. 1, n. 3, p. 47-59, 2006.
- RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 23, n. 2, p. 219-244, 2003.

## ANEXO

### Detalhamento dos critérios avaliados

#### Análise comparativa dos pesos dos critérios e subcritérios selecionados para a avaliação da tecnologia



**Figura 3.** Análise comparativa dos pesos estabelecidos para cada um dos critérios definidos para avaliação dos impactos da tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba.”

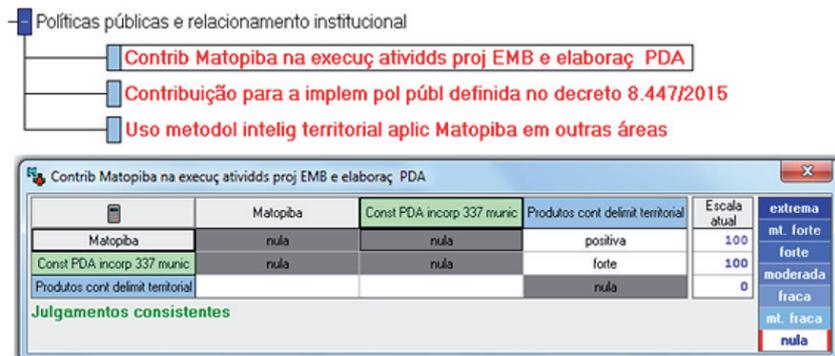
#### Critério: Políticas públicas e relacionamento institucional

Esse critério é composto por três subcritérios, apresentados a seguir:

1. Contribuição para a implementação da política pública definida no Decreto nº 8.447/2015, que dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e visa, entre outras atribuições, a ampliação e o fortalecimento da classe média no setor rural.

Mínimo – Definição das microrregiões prioritárias.

Bom – Definição de municípios prioritários em todas as microrregiões do Matopiba.



**Figura 4.** Análise comparativa dos pesos estabelecidos para cada Avaliação do Matopiba para o subcritério 1 do critério “Políticas públicas e relacionamento institucional”.

2. Utilização da metodologia de inteligência territorial aplicada no Matopiba em outras áreas de interesse estratégico demandadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela Embrapa e por outros órgãos governamentais.

Mínimo – Aplicar a metodologia em 50% das áreas demandadas.

Bom – Aplicar a metodologia em todas as áreas demandadas.

Políticas públicas e relacionamento institucional

- Contrib Matopiba na execuç ativdds proj EMB e elaboraç PDA
- Contribuição para a implem pol públ definida no decreto 8.447/2015
- Uso metodol intelig territorial aplic Matopiba em outras áreas

Contribuição para a implem pol públ definida no decreto 8.447/2015

	Def_Municipios_Prioritarios	Matopiba	Def_MicroRegiões_Priorit	Escala atual	
Def_Municipios_Prioritarios	nula	fort-mfort	positiva	100.00	extrema
Matopiba		nula	frac-mod	33.33	mt. forte
Def_MicroRegiões_Priorit			nula	0.00	forte
					moderada
					frac
					mt. frac
					nula

Julgamentos consistentes

Figura 5. Avaliação do Matopiba para o subcritério 2 do critério “Políticas públicas e relacionamento institucional”.

3. Contribuição da delimitação do Matopiba para a execução das atividades previstas no projeto especial da Embrapa e para elaboração do plano de desenvolvimento agropecuário (PDA) do Matopiba.

Mínimo – Constatação que os produtos gerados no âmbito do projeto especial contemplam a delimitação territorial proposta.

Bom – Constatação que o PDA do Matopiba incorporou os 337 municípios definidos na delimitação territorial proposta.

Políticas públicas e relacionamento institucional

- Contrib Matopiba na execuç ativdds proj EMB e elaboraç PDA
- Contribuição para a implem pol públ definida no decreto 8.447/2015
- Uso metodol intelig territorial aplic Matopiba em outras áreas

Uso metodol intelig territorial aplic Matopiba em outras áreas

	Matopiba	Aplicar metod todas Demand	Aplicar metod 50% A Demand	Escala atual	
Matopiba	nula	nula	positiva	100	extrema
Aplicar metod todas Demand	nula	nula	forte	100	mt. forte
Aplicar metod 50% A Demand			nula	0	forte
					moderada
					frac
					mt. frac
					nula

Julgamentos consistentes

Figura 6. Avaliação do Matopiba para o subcritério 3 do critério “Políticas públicas e relacionamento institucional”.

## Critério: Produção técnico-científica

Este critério é representado por um subcritério, apresentado a seguir:

1. Produzir material (artigo de divulgação na mídia e publicações) sobre a delimitação e caracterização dos quadros natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura do Matopiba.

Mínimo – Publicar 1 série Documentos ou 1 nota técnica ou 1 artigo científico, 1 artigo de divulgação em um canal de comunicação do setor e de alcance nacional.

Bom – Publicar 6 séries Documentos ou 6 notas técnicas ou 6 artigos científicos, 3 artigos de divulgação em canais de comunicação do setor e de alcance nacional.

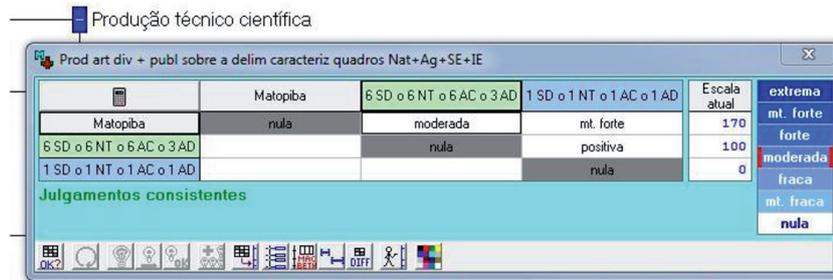


Figura 7. Avaliação do Matopiba para o subcritério 1 do critério “Produção técnico científica”.

### Critério: Sistema de informação

Este critério é composto por três subcritérios, apresentados a seguir:

1. Construção de uma interface web (Geoweb Matopiba) capaz de agregar e disponibilizar dados espaciais dos quadros natural, agrário, agrícola, socioeconômico e de infraestrutura do Matopiba.

Mínimo – Disponibilizar uma interface web que agregue planos de informação do Matopiba com funções básicas de análise espacial, como sobreposições de planos, cálculo de distância e área.

Bom – Disponibilizar uma interface web que agregue planos de informação do Matopiba com ferramentas que permitam consultas que envolvam dados tabulares e espaciais.

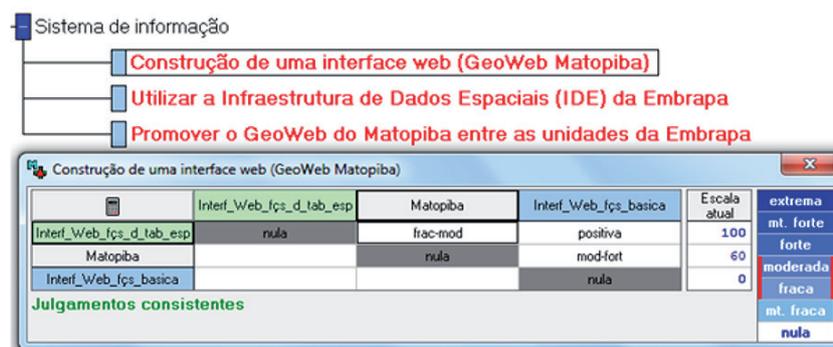


Figura 8. Avaliação do Matopiba para o subcritério 1 do critério “Sistema de informação”.

2. Utilizar a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) da Embrapa para armazenamento e organização dos planos de informação do Matopiba.

Mínimo – Incluir os planos de informação na IDE–Embrapa com os campos obrigatórios preenchidos.

Bom – Incluir os planos de informação na IDE–Embrapa com os todos os campos preenchidos, seguindo as orientações de catalogação da Embrapa.

Sistema de informação

- Construção de uma interface web (GeoWeb Matopiba)
- Utilizar a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) da Embrapa
- Promover o GeoWeb do Matopiba entre as unidades da Embrapa

Utilizar a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) da Embrapa

	plan_info_IDE_todos_campo	Matopiba	plan_info_IDE_campo_obrig	Escala atual	
plan_info_IDE_todos_campo	nula	positiva	positiva	100	extrema
Matopiba		nula	nula	0	mt. forte
plan_info_IDE_campo_obrig		nula	nula	0	forte
					moderada
					fraca
					mt. fraca
					nula

Julgamentos consistentes

**Figura 9.** Avaliação do Matopiba para o subcritério 2 do critério “Sistema de informação”. A pontuação do Matopiba neste critério foi 100.

3. Promover o Geoweb Matopiba entre as Unidades da Embrapa que produziram dados espaciais na região, para a alimentação desse sistema.

Mínimo – Convidar institucionalmente as demais Unidades da Embrapa que participaram do projeto especial, para que façam a inserção de dados espaciais no geoweb.

Bom – Convidar os líderes dos projetos inseridos no arranjo Matopiba, para que façam a inserção de dados espaciais no geoweb.

Sistema de informação

- Construção de uma interface web (GeoWeb Matopiba)
- Utilizar a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) da Embrapa
- Promover o GeoWeb do Matopiba entre as unidades da Embrapa

Promover o GeoWeb do Matopiba entre as unidades da Embrapa

	Conv_Lideres_Proj_Insp_Dados	Conv_Inst_EMB_Insp_Dados	Matopiba	Escala atual	
Conv_Lideres_Proj_Insp_Dados	nula	positiva	mt. forte	100	extrema
Conv_Inst_EMB_Insp_Dados		nula	mod-fort	0	mt. forte
Matopiba			nula	-170	forte
					moderada
					fraca
					mt. fraca
					nula

Julgamentos consistentes

**Figura 10.** Avaliação do Matopiba para o subcritério 3 do critério “Sistema de informação”.

## Critério: Transferência de tecnologia

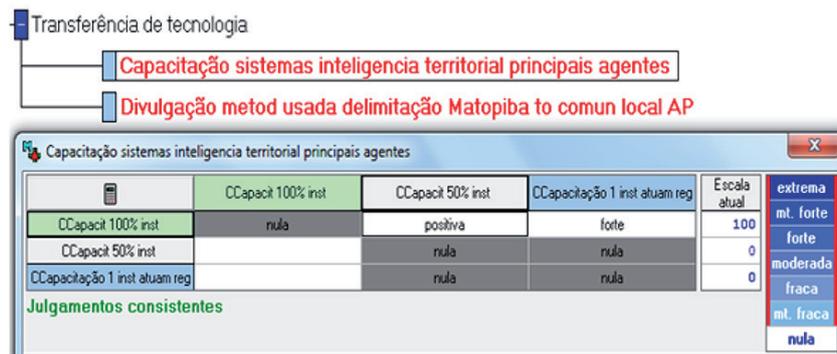
Este critério é composto por dois subcritérios, apresentados a seguir:

1. Capacitação em sistemas de inteligência territorial estratégica para os principais agentes externos que atuam na região de Matopiba (Inkra, federações de agricultura, secretarias estaduais de agricultura, agências estaduais de extensão rural e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

Mínimo – Curso de capacitação para uma das instituições que atua na região.

N2 (intermediário) – Cursos de capacitação para 50% das instituições que atuam na região.

Bom – Cursos de capacitação para 100% das instituições que atuam na região.



**Figura 11.** Avaliação do Matopiba para o subcritério 1 do critério “Transferência de tecnologia”. A pontuação do Matopiba nesse critério foi 100.

2. Divulgação da metodologia utilizada na delimitação e caracterização do Matopiba para a comunidade local e agentes públicos.

Mínimo – Ministras 5 palestras: uma em cada estado da região e uma para agentes públicos.

Bom – Ministras 31 palestras (uma em cada microrregião) envolvendo agentes públicos e comunidade local.



**Figura 12.** Avaliação do Matopiba para o subcritério 2 do critério “Transferência de tecnologia”.

### Critério: Comunicação e informação

Este critério é composto por dois subcritérios, apresentados a seguir:

1. Monitorar o alcance do Geoweb Matopiba na sociedade.

Mínimo – Acompanhamento da utilização do geoweb por meio do Google Analytics (web).

Bom – Acompanhamento da utilização do geoweb por meio do Google Analytics (web) e acompanhamento da difusão da informação na mídia analógica e digital.



Figura 13. Avaliação do Matopiba para o subcritério 1 do critério “Comunicação e informação”. A pontuação do Matopiba nesse critério foi 100.

2. Ter conhecimento das ações políticas e sociais decorrentes da delimitação e indicação das microrregiões e municípios prioritários no Matopiba.

Mínimo – Monitorar, na mídia, o alcance do trabalho da Unidade na delimitação do Matopiba.

Bom – Utilizar ferramentas de monitoramento (gratuitas, PlumX ou Altmetrics) para diagnosticar, na mídia, o alcance do trabalho da Unidade na delimitação do Matopiba.



Figura 14. Avaliação do Matopiba para o subcritério 1 do critério “Comunicação e informação”. A pontuação do Matopiba nesse critério foi 100.

Opções	Global	Cont_AktivPDA	FPub_dec_8847	Uso_M_InteligTer	ArtigDivv+Public	Const_InterfWeb	Usar IDEbrapa	Prom_GeoWeb	CapSistIntell em	DivMetContLocAP	AçõesPoSociais	MoniGeoWSocd
Matopiba	78,56	100,00	33,33	100,00	170,00	60,00	0,00	-70,00	0,00	37,50	0,00	0,00
[ tudo sup. ]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
[ tudo inf. ]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pesos:		0,2120	0,0990	0,0560	0,2680	0,0890	0,0610	0,0490	0,0910	0,0310	0,0390	0,0140

Figura 15. Índice global da avaliação da tecnologia “Delimitação e caracterização territorial do Matopiba” para todos os critérios e subcritérios. A pontuação do global do Matopiba foi 78,56.



---

*Monitoramento por Satélite*