

## MODELO MULTICRITÉRIO PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE NEGÓCIOS TECNOLÓGICOS NA AGRICULTURA

*Franco Müller Martins*<sup>1</sup>

*Luiz Clovis Belarmino*<sup>2</sup>

*Thaisy Sluszz*<sup>3</sup>

*Cícero Juliano Monticelli*<sup>4</sup>

*Marcelo Miele*<sup>5</sup>

*Ari Jarbas Sandi*<sup>6</sup>

### RESUMO

A Embrapa Suínos e Aves possui tradição em PD&I e negócios tecnológicos, com relevantes contribuições para solucionar gargalos do agronegócio dessas duas cadeias e ênfase em aprimorar a gestão da transferência de resultados de pesquisa. Este trabalho apresenta a construção de modelo multicritério para avaliação do potencial de negociação das tecnologias geradas com Empresas de Base Tecnológicas (EBT), com abordagem principal para evidenciar pontos fortes e fracos, indicar a pertinência da transferência, orientar a negociação e revelar aspectos a serem ajustados durante a cooperação. A metodologia foi a de Apoio à Decisão por Multicritérios via o método MACBETH. Foram construídos dez critérios de avaliação, agrupados em três áreas de interesse: Estado da arte da tecnologia; Atratividade para a EBT; e Impactos social, ambiental e institucional. O modelo se mostrou pertinente, viável e replicável para outros negócios tecnológicos, pois qualifica a gestão das tecnologias com potencial de comercialização e também contribui para a qualificação da pesquisa.

**Termos para indexação:** análise multicritério, inovação tecnológica, negócios, transferência de tecnologia.

<sup>1</sup> Engenheiro agrícola, Mestre em Engenharia da Produção, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, BR 153, Km 110, Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 21, CEP 89700-000 Concórdia, SC. franco@cnpa.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392, Km 78, Caixa Postal 403, CEP 96010-971 Pelotas, RS. luiz.belarmino@cpact.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, Mestre em Agronegócios, analista da Embrapa Suínos e Aves. thaisy@cnpa.embrapa.br

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Mestre em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves. cicero@cnpa.embrapa.br

<sup>5</sup> Economista, Doutor em Agronegócios, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves. marcelo@cnpa.embrapa.br

<sup>6</sup> Economista agroindustrial, analista da Embrapa Suínos e Aves. jarbas@cnpa.embrapa.br

MULTICRITERIA MODEL FOR ASSESSMENT OF THE POTENTIAL  
OF TECHNOLOGY BUSINESS IN AGRICULTURE

ABSTRACT

Embrapa Swine and Poultry has a tradition of valuing RD&I (Research, Development and Innovation) and technology business, with historically relevant contributions to solve the bottlenecks in agribusiness of these two chains, and an emphasis on improving the management of the transfer of research results. This paper presents the construction of a multicriteria model for assessing the potential for negotiating the generated technologies with technology-based companies (TBC), with emphasis on features to highlight strengths and weaknesses, indicate the relevance of the transfer, direct the negotiation and reveal aspects that should be adjusted during the cooperation. The methodology used was that of a Multicriteria Decision Aid, by using the MACBETH method. Ten evaluation criteria were built and grouped into three areas of interest: State of the art technology, Attractiveness to TBC, and Social, environmental and institutional impacts. This model was shown to be relevant, viable and replicable to other technology businesses, since it qualifies the technology management in the case of technologies with a great commercial potential and also helps in research improvement.

**Index terms:** business, multicriteria analysis, technological innovation, technology transfer.

INTRODUÇÃO

O novo padrão da economia é decorrente da Sociedade do Conhecimento e se destaca pela relevância das informações úteis desenvolvidas e efetivamente utilizadas. O acesso tempestivo a tais conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como a capacidade de apreendê-los, acumulá-los e usá-los, geralmente é visto como um elemento definidor do grau de competitividade e de desenvolvimento de nações, regiões, setores, empresas e indivíduos (WILLCOX, 2004).

Neste contexto, a Embrapa Suínos e Aves constitui-se em uma instituição de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) de referência nacional desde 1975, com diversas contribuições para o desenvolvimento sustentável da suinocultura e da avicultura por meio da geração e transferência de tecnologias, produtos e serviços. Em virtude da grande importância social e econômica dessas cadeias produtivas para o Brasil, existe uma permanente demanda por novas tecnologias, conhecimentos e melhorias incrementais nos sistemas de produção, inerente às dinâmicas concorrenciais das firmas e fundamental para a perenidade dessas cadeias, superavitariamente agroexportadoras.

O maior gargalo enfrentado no processo de PD&I é transformar dados e informações dos resultados de pesquisas em conhecimentos, tecnologias, produtos e serviços com efetivos benefícios para o público-alvo, com atrativos perceptíveis para promover inovações no setor produtivo. De maneira geral, alguns conhecimentos e tecnologias gerados nas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) não chegam à sociedade ou, quando são disponibilizados, podem ocorrer falhas nos instrumentos de comunicação ou de transferência e, com isso, pode-se reduzir o potencial de geração de impactos positivos para os clientes, usuários e beneficiários. Nesses casos, podem surgir prejuízos à sociedade e, em especial, para a imagem e a reputação da ICT.

Por outro lado, para promover a inovação, é fundamental a busca de parcerias institucionais de valor, a articulação com o mercado e a transferência de produtos e serviços com a efetiva adoção destes pelo público-alvo. Essas ações estão apoiadas, entre outros instrumentos políticos de apoio, na Lei Federal nº 10.973<sup>7</sup> e nos novos incentivos fiscais para a inovação, instituídos pela chamada Lei do Bem (Lei 11.196)<sup>8</sup>, que estabeleceram medidas de incentivo à inovação e favorecem a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo (OS NOVOS..., 2009). Tais mecanismos aumentam a competitividade empresarial nos mercados nacionais e internacionais (BARBOSA, 2006), pelo estímulo ao sinergismo interinstitucional, especialmente à cooperação entre ICT e empresas inovadoras.

Com base na Política de Negócios Tecnológicos da Embrapa e na legislação vigente, a Embrapa Suínos e Aves utiliza diversos meios de transferência de produtos gerados no processo de PD&I, aqui referidos como o conjunto de tecnologias, *know-how*, produtos, serviços, processos e programas de computador, entre outros resultados de pesquisa. Como exemplos de modalidades de transferência, citam-se a difusão de conhecimento; a comunicação para a transferência; a exploração comercial de patentes e registros; o fornecimento de tecnologia; a transferência de *know-how*; e a incubação de empresas (GOLISH, 2007; GOLISH et al., 2008). Essa modalidade estimula a criação, o desenvolvimento e a consolidação de Empresas de Base Tecnológica (EBT) competitivas, mediante a adoção de práticas administrativas modernas e a absorção de tecnologias desenvolvidas pela Embrapa.

<sup>7</sup> Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004).

<sup>8</sup> Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005 (BRASIL, 2005).

Todavia, cada produto tecnológico apresenta características intrínsecas e envolve diferentes graus de complexidade, os quais devem ser considerados na definição de estratégias para transferência. Então, esse processo de transferência não pode estar fundamentado em um critério isolado, pois existem inúmeros fatores associados à eficiência na apropriação correta dos novos conhecimentos a serem incorporados no processo produtivo. Os problemas de transferência de resultados exigem que se analisem, simultaneamente, vários atributos.

A qualidade da tomada de decisões é um assunto amplamente abordado na literatura recente, e diversos estudos têm sido desenvolvidos na área de processo decisório na gestão de portfólios de projetos, como os estudos realizados por Padovani et al. (2010), que avaliaram a seleção e a alocação de recursos por meio de uma estrutura teórico-conceitual que integra os métodos AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e programação inteira em modelo híbrido para condições de heterogeneidade de interesses e multiplicidade de fatores intervenientes no êxito da gestão de PD&I.

Para a melhoria das relações negociais entre a Embrapa e os parceiros, percebeu-se a necessidade de desenvolver um mecanismo de apoio à Embrapa Suínos e Aves para auxiliar na decisão sobre a transferência da tecnologia obtida às Empresas de Base Tecnológica.

Por meio dos métodos de apoio multicritério, procura-se esclarecer o processo de decisão, tentando incorporar julgamentos de valor e acompanhar a maneira como se desenvolvem as preferências. Assim, no trabalho de estruturação, busca-se a construção de um modelo capaz de ser aceito pelos decisores como um esquema de representação e organização dos elementos primários de avaliação, que possa servir de base à aprendizagem, à investigação, à comunicação e à discussão interativa com e entre os decisores (GOMES et al., 2009).

Em relação a isso, a construção de um modelo multicritério de apoio à decisão foi considerada adequada ao problema em questão, pois permite avaliar os impactos da tecnologia em fatores decisivos no problema em questão.

O objetivo deste trabalho foi apresentar um modelo multicritério de avaliação do potencial para negociações e licenciamentos de tecnologias da Embrapa para empresas de base tecnológica.

Para a estruturação do modelo, foi utilizada a abordagem de apoio à decisão descrita por Ensslin et al. (2001). As escalas associadas aos níveis de impacto e as taxas de substituição dos critérios foram obtidas por meio do método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*), desenvolvido por Bana-e-Costa e Vansnick (1995). O software M-MACBETH®, Versão 1.1 (BANA-e-COSTA et al., 2005), foi utilizado para operacionalizar o método.

## METODOLOGIA

A atividade de apoio à decisão requer um entendimento claro da problemática do contexto decisório. De acordo com Zanella (1996), a problemática de um processo decisório está associada à postura tomada diante da situação, com o objetivo de estudar e compreender os elementos mais relevantes e intervir neles. Estudar a problemática envolve também a definição de atores que devem ser envolvidos, os respectivos papéis e os possíveis cursos de ação diante do problema. De acordo com Ensslin (2001), a escolha da problemática influencia o processo de estruturação do modelo multicritério e pode até influenciar a definição dos critérios a serem utilizados.

No apoio à decisão, há quatro tipos de problemáticas de referência para a definição do resultado esperado para um problema, quais sejam: escolha, classificação, ordenação e descrição, que são simbolizadas, respectivamente, por: (P. $\alpha$ ), (P. $\beta$ ), (P. $\lambda$ ) e (P. $\delta$ ). A problemática de escolha tem o objetivo de esclarecer a decisão pela seleção de um conjunto restrito, contendo as melhores ações possíveis, com base no qual se define a escolha de uma única alternativa. A classificação é uma problemática que busca organizar uma triagem das ações possíveis em categorias distintas, definidas *a priori*. A problemática de ordenação envolve a organização de um agrupamento de ações por ordem de preferência. A problemática de descrição, como o nome indica, tem por objetivo esclarecer as ações potenciais decorrentes da decisão e suas consequências (GOMES et al., 2009).

No contexto do modelo apresentado neste trabalho, a problemática de escolha (P. $\alpha$ ) não é aplicável, pois o que se busca é uma análise intrínseca a cada tecnologia quanto ao seu potencial para licenciamento. A problemática da classificação (P. $\beta$ ) significaria definir categorias para o potencial de

transferência via licenciamento. Assim, por exemplo, uma tecnologia poderia ser classificada como *transferível*, *não transferível*, ou *transferível mediante ajustes*, de acordo com determinados níveis de pontuação no modelo que poderiam limitar essas classes. A problemática de ordenação (P.λ) teria o objetivo de estabelecer uma ordem de prioridade, entre diferentes tecnologias, quanto ao mérito para serem transferidas a uma EBT. A problemática da descrição (P.δ) envolveria esclarecer o maior número possível de informações sobre as tecnologias avaliadas, ou seja, suas funções, aplicações, vantagens e desvantagens.

A análise da tecnologia quanto ao potencial de transferência ocorre em dois momentos:

- Quando há esforços da Área de Negócios Tecnológicos orientados para oferta de tecnologias já finalizadas a possíveis parceiros;
- Quando há interesse manifestado por empresas sobre tecnologias que estão ainda em fase de desenvolvimento ou aquelas já acabadas.

A quantidade de tecnologias para avaliar varia de acordo com essas circunstâncias e com o fluxo de projetos de PD&I que são finalizados. No entanto, nos processos de PD&I, não há um fluxo intenso de geração a ponto que haja a necessidade de comparar, a curto prazo, tecnologias similares ou destinadas a uma mesma função. Além disso, os projetos de PD&I são orientados a diferentes áreas de conhecimento, e muitos não são anteriormente planejados para gerar produtos comerciais. Assim, não se configura a necessidade de comparar tecnologias quanto ao desempenho no modelo e, sim, de proceder a uma análise intrínseca a cada uma. No entanto, como as problemáticas não são independentes, em caso de haver necessidade de comparação, o que poderia acontecer entre tecnologias similares, desenvolvidas para solucionar um mesmo problema, o modelo também pode ajudar no estabelecimento da ordenação ou da categorização ou mesmo escolha.

Assim, a problemática do contexto decisório abordado neste estudo, que orientou a construção do modelo, é a de descrição (P.δ). Portanto, mais do que uma pontuação, busca-se, por meio do modelo, ajudar os decisores a esclarecer os aspectos que definam, ou não, o encaminhamento para a transferência, e também aqueles que, eventualmente, possam ser ajustados *ex ante* ou *ex post* à formalização da parceria com a EBT.

As etapas da metodologia utilizada na construção do modelo foram:

- 1) Identificação dos Elementos Primários de Avaliação.
- 2) Construção da árvore de Pontos de Vista Fundamentais (critérios).
- 3) Construção dos descritores para os níveis de impacto dos Pontos de Vista Fundamentais.
- 4) Obtenção de funções de valor para os descritores.
- 5) Obtenção das taxas de substituição (pesos das escalas) dos Pontos de Vista Fundamentais.

### **Identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPAs)**

Esta etapa consiste na geração da lista de todos os elementos julgados relevantes para o processo decisório. Dadas a complexidade do tema e a necessidade de ampliar o conhecimento da equipe de negócios tecnológicos, quanto aos fatores críticos para o sucesso das tecnologias nas EBTs, percebeu-se a necessidade de agregar as percepções dos atores ligados ao setor produtivo, usuários, gestores de empresas parceiras da Embrapa e gestores de incubadoras tecnológicas, além de pesquisadores com experiência no desenvolvimento de tecnologias que foram incluídas no processo de licenciamento.

No grupo ligado ao setor produtivo, previamente a este trabalho, identificaram-se as demandas tecnológicas (MARTINS et al., 2010) para, junto ao conteúdo das entrevistas dirigidas e ao *brainstorming*, embasar e apoiar as discussões durante a estruturação do modelo. Embora com foco em demandas da cadeia produtiva da suinocultura, este trabalho resultou na identificação de necessidades dos usuários finais e em um conteúdo crítico sobre tecnologias demandadas para diversas áreas, além de um conjunto analítico para os processos de transferência dos resultados gerados pela Embrapa. Além disso, este trabalho fortaleceu sobremaneira a obtenção dos elementos primários de avaliação.

Por isso, os EPAs diretamente relacionados ao objetivo do modelo foram identificados em relação ao seguinte público:

- 1) Gerentes de incubadoras tecnológicas e núcleos de inovação, localizados em Brasília, Florianópolis e Porto Alegre (6 gerentes).

- 2) Pesquisadores da Embrapa que já desenvolveram tecnologias licenciadas ou com experiência na gestão de negócios tecnológicos (6 pesquisadores).
- 3) Diretores de empresas de Santa Catarina, que comercializaram tecnologias licenciadas pela Embrapa Suínos e Aves (4 diretores).
- 4) Diretor de empresa de Belo Horizonte com atuação reconhecida em treinamentos, prestação de serviços e desenvolvimento de projetos na área de gestão da inovação tecnológica (1 diretor).
- 5) Técnico de reconhecida atuação na área de extensão rural em suinocultura na região do Vale do Taquari, no Rio Grande do Sul (1 técnico).
- 6) Consultor com atuação reconhecida em programa nacional de incubação de empresas (1 consultor).

Na entrevista, cada informante foi convidado a mencionar fatores críticos para que a tecnologia seja adotada em uma empresa de base tecnológica e tenha valor comercial. O conteúdo das respostas foi gravado e posteriormente transcrito para formulários. A escolha dos entrevistados foi por amostra definida pela qualidade do informante, por facilidades de acesso, pela aderência aos objetivos do estudo e por indicação de profissionais que atuam na área de inovação tecnológica. Em especial, buscou-se identificar gestores e empresários detentores dos conhecimentos desejados, para contribuir com visão e valores obtidos com a experiência individual no setor, de modo a coletar as melhores opiniões sobre os fatores que interferem no sucesso comercial da tecnologia desenvolvida pela pesquisa e comercializada por uma EBT. O levantamento ocorreu de março a julho de 2008.

Dada a distribuição geográfica dos entrevistados, optou-se por não consultá-los novamente nas etapas seguintes da construção do modelo. Assim, as etapas seguintes foram conduzidas com os participantes da Embrapa. Esse grupo cooperou na definição da árvore de Pontos de Vista Fundamentais (também denominados de critérios), na definição de escalas associadas aos respectivos níveis de impacto e nas taxas de substituição (ou pesos das escalas). Esse grupo incluiu o Supervisor da Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Suínos e Aves, a qual é gestora dos processos contratuais para o licenciamento de tecnologias e, portanto, potencial e principal usuária do mo-

delo. A definição da estrutura, das escalas e das taxas de substituição ocorreu mediante consenso dentro desse grupo.

### **Construção da árvore de Pontos de Vista Fundamentais (PVFs)**

Os PVFs são os aspectos apontados como essenciais pelos entrevistados no processo de construção do modelo de apoio à tomada de decisão. Na prática, podem ser considerados os critérios de avaliação e devem obedecer às propriedades que garantam a funcionalidade, definidos por Ensslin (2001). Essa árvore organiza os critérios de forma hierárquica, separando-os por áreas ou grupos comuns de interesse ou pertinência. Após a organização da lista de EPAs, a técnica dos mapas cognitivos (EDEN, 1992; MONTIBELLER NETO, 2000) foi aplicada para estabelecer as relações de influência entre os fatores e definir a hierarquia que permite a construção da árvore de critérios.

### **Construção de descritores para os Pontos de Vista Fundamentais (PVFs)**

O descritor representa a hierarquia de níveis de impacto, que se constituem nas alternativas avaliadas. Os níveis podem ser quantitativos ou qualitativos. Nesse modelo, os níveis de impacto foram construídos por meio da combinação entre os estados possíveis dos Pontos de Vista Elementares (PVEs).

### **Obtenção de funções de valor para os Descritores**

A técnica MACBETH, por meio do software M-MACBETH 1.1, é utilizada tanto para gerar as funções de valor para os critérios como para calcular as taxas de substituição deles<sup>9</sup>. O software operacionaliza um método de julgamento semântico por meio de comparações entre todos os pares possíveis de níveis de impacto de um critério (BANA-e-COSTA; VANSNICK, 1995). O procedimento inicial para o uso desse método é a obtenção de uma função de valor cardinal para os critérios.

<sup>9</sup> Utilizou-se o método MACBETH devido ao conhecimento e à experiência prévia da equipe no uso da metodologia, além da disponibilidade do software adquirido com recursos do projeto no qual se insere a pesquisa, cujos resultados são ora apresentados. Portanto, embora seja reconhecida a existência de outros métodos, como o AHP, apenas o MCDA-MACBETH foi estudado e utilizado.

De acordo com Dyer e Sarin (1979), o termo “função de valor mensurável ou cardinal” representa uma função de valor que pode ser utilizada para ordenar as diferenças de intensidade de preferência entre os pares de alternativas ou, mais simplesmente, as diferenças de preferência entre as alternativas.

Para obter as escalas associadas aos níveis de impacto dos PVFs e as respectivas taxas de substituição, Bana-e-Costa e Vansnick (1995) propõem a utilização de categorias de atratividade como forma de expressar as diferenças de valor entre pares de ações potenciais que são representadas pelos níveis de impacto dos critérios.

As categorias de diferença de atratividade utilizadas no M-MACBETH 1.1 e adotadas neste estudo são:

- 1)  $C_0$  – Nenhuma diferença ou indiferença
- 2)  $C_1$  – Muito fraca
- 3)  $C_2$  – Fraca
- 4)  $C_3$  – Moderada
- 5)  $C_4$  – Forte
- 6)  $C_5$  – Muito forte
- 7)  $C_6$  – Extrema

As categorias de atratividade representam a intensidade de preferência do decisor entre duas ações ou níveis de impacto do PVF (ENSSLIN, 2001). Visto que há diferença de preferência entre duas alternativas, cada categoria é a medida da perda de valor que o decisor percebe entre uma ação com impacto mais atrativo e outra com desempenho inferior.

Tais categorias são utilizadas em matrizes de julgamentos semânticos, em que são feitas, par a par, as declarações de diferença de atratividade entre os níveis de impacto previamente ordenados nos descritores de cada PVF. Nessa matriz, os níveis de impacto são dispostos em ordem decrescente de preferência em linha e em coluna. No triângulo superior da matriz, são inseridas, em cada célula que representa o cruzamento entre dois níveis de impacto, as categorias que representam a diferença de valor entre esses níveis. O software calcula a função de valor cardinal por meio de quatro programas de

programação linear. Dois tipos de consistência nos julgamentos são testados durante o procedimento de obtenção das escalas: a consistência semântica e a consistência cardinal. A consistência semântica requer julgamentos logicamente aceitáveis para as diferenças de atratividade entre pares de níveis de impacto. A consistência cardinal ocorre quando, com base em julgamentos semanticamente consistentes, é possível calcular uma função de valor para os níveis de impacto do PVF. Uma descrição mais detalhada sobre a fundamentação matemática do software, incluindo as condições verificadas nos testes de consistência, é apresentada por Bana-e-Costa e Vansnick (1995).

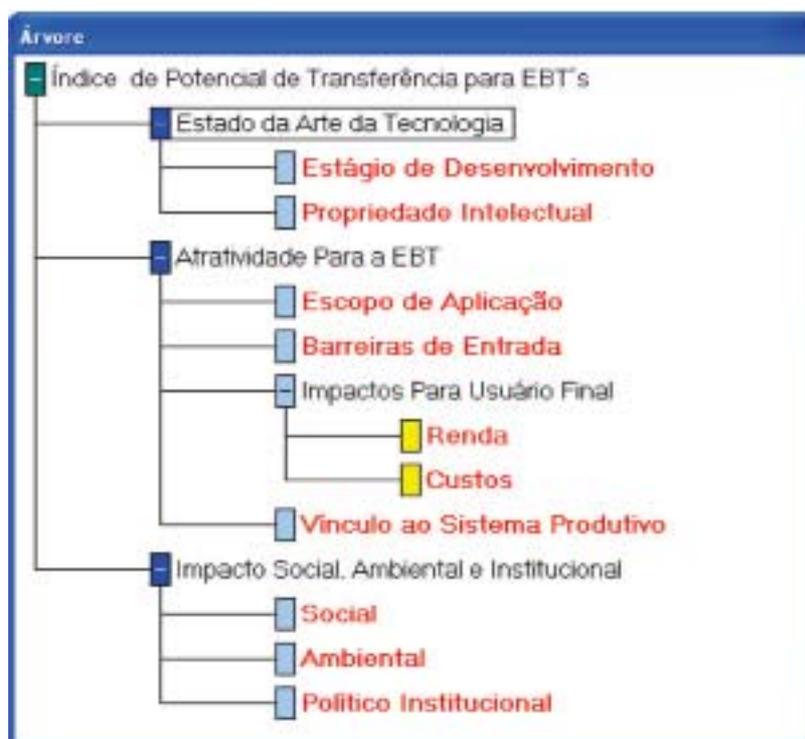
### **Obtenção das Taxas de Substituição**

As taxas de substituição, de acordo com Ensslin (2001), representam a perda de desempenho que a alternativa em avaliação deve sofrer no critério para compensar o ganho em outro. Na prática, configura-se a importância do critério e se consubstancia como o peso relativo do PVF. As taxas foram obtidas por meio do método da comparação par a par. Esse método consiste em comparar duas ações fictícias (níveis de impacto) com desempenho diferente em apenas dois critérios e com desempenho idêntico nos demais. Essa diferença, em escala, deve ser constante entre todos os pares de critérios em que os impactos são comparados. Nesse modelo, a comparação foi feita entre os níveis de impacto máximos e mínimos dos PVFs. O M-MACBETH também foi utilizado nessa etapa.

Primeiramente, fez-se a comparação par a par com o objetivo de estabelecer a ordem preferencial entre os PVFs. Na sequência, as categorias semânticas do M-MACBETH foram utilizadas para medir a intensidade de preferência entre os pares de níveis de impacto. Baseado nos mesmos testes de consistência e rotinas de programação, o software calcula as taxas de substituição. Inicialmente a distribuição das taxas foi realizada entre os PVFs de cada uma das áreas de interesse. Depois, seguindo a mesma técnica, distribuíram-se as taxas entre as áreas. Esse procedimento foi seguido pelo fato de as três áreas apresentarem conjuntos bem distintos de PVFs e porque os julgamentos semânticos sobre o impacto em menor número de PVFs facilitam a compreensão e a reflexão necessárias para os julgamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a estrutura arborescente dividida nas três áreas de interesse do modelo de apoio à decisão para selecionar tecnologias da Embrapa Suínos e Aves. Os critérios foram divididos em três áreas de interesse: Estado da arte da tecnologia, Atratividade para a EBT e Impacto social, ambiental e político-institucional. A seguir, explica-se sobre o conteúdo dos critérios<sup>10</sup>.



**Figura 1.** Estrutura arborescente do modelo.

<sup>10</sup> A atual estrutura do modelo apresentada é resultado da coleta de informações de interlocutores e consiste em um processo de estruturação realizado pela equipe, que trabalhou o grau de desagregação considerado, por ora, suficiente para indicar o potencial de transferência da tecnologia. Dado o caráter de recursividade inerente à metodologia adotada, os critérios são passíveis de revisão após determinado período de utilização do modelo. Assim, alterações e ajustes podem vir a ser, oportunamente, implementados.

O PVF “Estágio de desenvolvimento” avalia o grau de acabamento da tecnologia nos contextos de pesquisa e desenvolvimento. Verifica-se, com a conclusão das etapas experimental e de validação, a necessidade de recursos para a finalização da pesquisa durante a cooperação, e da disponibilidade de equipe para atuar no processo de transferência para a EBT. É considerada como equipe a quantidade de pessoas necessárias para atuar com a empresa parceira, podendo ser um indivíduo ou grupo. O PVF “Propriedade intelectual” possibilita avaliar a tecnologia quanto às questões determinantes no encaminhamento de processos e na formulação dos contratos de licenciamento, que são a existência de parceria no desenvolvimento e a formalização da parceria; se a tecnologia é ou não passível de proteção; e se a tecnologia tem ou não algum tipo de proteção requerida, como marca, patente, modelo de utilidade, indicação geográfica, desenho industrial, direitos autorais sobre software ou outra modalidade.

O PVF “Escopo de aplicação” se construiu por meio da combinação de três elementos: existência de tecnologia similar no mercado; possibilidade de aplicação da tecnologia em mais de um setor de atividade; e a característica de ela se constituir ou não como base para o desenvolvimento de outra tecnologia.

O PVF “Barreiras de entrada” permitiu avaliar a concorrência que a empresa licenciada poderá enfrentar na tentativa de acessar o mercado, considerando o produto ou serviço em avaliação como foco do negócio. Três elementos integraram os níveis de impacto do PVF: o acesso aos canais de comercialização, a economia de escala e o esforço adicional requerido em pesquisa e desenvolvimento.

Os PVFs “Impacto na renda” e “Impacto nos custos” avaliam os impactos sobre os usuários finais, ou seja, produtores rurais ou empresas que adquirem a tecnologia comercializada pela EBT. No PVF “Impacto na renda”, a tecnologia é avaliada quanto à promoção da diversificação de fontes de renda, agregação de valor ao produto ou serviço e impacto na produtividade. Os efeitos no PVF “Impacto nos custos” foram avaliados segundo o impacto na necessidade de capacitação de mão de obra e na necessidade de investimento em capital fixo ou em despesas relevantes, associadas ao uso da tecnologia.

O PVF “Vínculo ao sistema produtivo” procura evidenciar a perspectiva de demanda segundo a forma como a tecnologia se posiciona no sistema

de produção, quanto à frequência de utilização e de acordo com o grau de influência de políticas públicas ou instrumentos de coordenação em cadeias produtivas na demanda pela tecnologia.

A inserção da área de interesse “Impacto social, ambiental e institucional” busca, de forma abrangente, avaliar o impacto da tecnologia em fatores que não são diretamente relacionados ao potencial de mercado, mas importantes no contexto da missão da Embrapa, como o apoio às principais dimensões do desenvolvimento sustentável das cadeias produtivas. Quanto a isso, a construção desse modelo considerou elementos da metodologia utilizada pela Embrapa para dimensionar os impactos ambientais e sociais das tecnologias (AVILA et al., 2005). A metodologia denominada de Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais e Sociais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias, também conhecida por Ambitec, aborda de forma qualitativa os impactos sociais e ambientais (IRIAS et al., 2004; RODRIGUES et al., 2005). O PVF “Impacto Social” considera o potencial de geração de empregos e de organização coletiva entre usuários, o qual pode ser na forma de ação associativa no campo operacional ou gerencial. O PVF “Impacto ambiental” permite avaliar o efeito da aplicação da tecnologia no consumo de recursos naturais e na qualidade do meio ambiente. O critério “Impacto político-institucional” visa integrar os efeitos potenciais da criação ou alteração de políticas públicas ou marco legal, geração de nova linha de pesquisa e reconhecimento institucional para a Embrapa.

As Tabelas 1 a 5 apresentam os níveis de impacto e as escalas de valor dos critérios. O índice de geral desempenho no modelo obteve-se com a agregação da pontuação obtida na escala de cada critério multiplicada pela respectiva taxa de substituição.

A Figura 2 apresenta a matriz de julgamentos semânticos para obtenção da escala que determinou a função de valor para o PVF “Estágio de desenvolvimento”. Para ilustrar o funcionamento da matriz, com o uso do software M-Macbeth, tomou-se como exemplo a comparação entre os níveis de impacto 10 e 9. De acordo com a Tabela 1, o nível de impacto 10 representou uma tecnologia cuja fase experimental de pesquisa e etapa de validação estão concluídas. Além disso, a tecnologia não requereu aporte de recursos para pesquisa e desenvolvimento, e existia a equipe definida para atuar com a empresa parceira, em eventual contrato de cooperação a ser efetivado. No nível

**Tabela 1.** Descritores dos níveis de impacto e escala de valor dos PVFs “Estágio de Desenvolvimento” e “Propriedade Intelectual”.

<b>Estágio de Desenvolvimento</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala Macbeth</b>	<b>Descrição</b>
10	100	A tecnologia tem as fases de pesquisa e de validação concluídas (ou a fase de validação não é necessária), não requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira está definida.
9	90	A tecnologia tem as fases de pesquisa e de validação concluídas (ou a fase de validação não é necessária), não requer aporte de recursos para P&D na parceria, porém, a equipe para atuar junto à empresa parceira ainda não está definida.
8	85	A tecnologia tem a fase de pesquisa concluída, porém a fase de validação ainda está em andamento. A tecnologia não requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira está definida.
7	80	A tecnologia tem a fase de pesquisa concluída, porém a fase de validação ainda está em andamento. A tecnologia não requer aporte de recursos para P&D na parceria, porém, a equipe para atuar junto à empresa parceira ainda não está definida.
6	76	A tecnologia tem a fase de pesquisa concluída, porém a fase de validação ainda está em andamento. A tecnologia requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira está definida.
5	70	A tecnologia tem a fase de pesquisa concluída, porém a fase de validação ainda está em andamento. A tecnologia requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira ainda não está definida.
4	55	A tecnologia tem a fase de pesquisa concluída, porém a fase de validação ainda não foi iniciada. A tecnologia não requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira ainda não está definida.
3	37	A tecnologia tem a fase de pesquisa concluída, porém a fase de validação ainda não foi iniciada. A tecnologia requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira ainda não está definida.
2	17	A fase de pesquisa está em andamento, assim, a fase de validação ainda não foi iniciada. A tecnologia não requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira ainda não está definida.
1	0	A fase de pesquisa está em andamento, assim, a fase de validação ainda não foi iniciada. A tecnologia requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira ainda não está definida.
<b>Propriedade Intelectual</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala Macbeth</b>	<b>Descrição</b>
9	100	A tecnologia foi desenvolvida exclusivamente pela Embrapa e tem proteção requerida.

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

<b>Propriedade Intelectual</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala Macbeth</b>	<b>Descrição</b>
8	93	A tecnologia foi desenvolvida em parceria formalizada, é passível de proteção e tem proteção requerida.
7	87	A tecnologia foi desenvolvida em parceria não formalizada, é passível de proteção e tem proteção requerida.
6	82	A tecnologia foi desenvolvida exclusivamente pela Embrapa, é passível de proteção e não tem proteção requerida.
5	74	A tecnologia foi desenvolvida em parceria formalizada, é passível de proteção e não tem proteção requerida.
4	63	A tecnologia foi desenvolvida em parceria não formalizada, é passível de proteção e não tem proteção requerida.
3	32	A tecnologia foi desenvolvida exclusivamente pela Embrapa e não é passível de proteção.
2	23	A tecnologia foi desenvolvida em parceria formalizada e não é passível de proteção.
1	0	A tecnologia foi desenvolvida em parceria não formalizada e não é passível de proteção.

**Tabela 2.** Descritores dos níveis de impacto e escala de valor dos PVFs “Escopo de Aplicação” e “Barreiras de Entrada”.

<b>Escopo de Aplicação</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
8	100	Não existe tecnologia similar no mercado. A tecnologia pode ser aplicada em mais de um setor de atividade e pode servir de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
7	90	Não existe tecnologia similar no mercado. A tecnologia pode ser aplicada em mais de um setor de atividade, mas não serve de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
6	83	Não existe tecnologia similar no mercado. A aplicação da tecnologia é restrita a um setor de atividade. A tecnologia pode servir de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
5	76	Não existe tecnologia similar no mercado. A aplicação da tecnologia é restrita a um setor de atividade e a mesma não serve de base de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
4	41	Existe tecnologia similar no mercado. A tecnologia pode ser aplicada em mais de um setor de atividade e pode servir de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
3	34	Existe tecnologia similar no mercado. A tecnologia pode ser aplicada em mais de um setor de atividade e não serve de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
2	24	Existe tecnologia similar no mercado. A aplicação da tecnologia é restrita a um setor de atividade. A tecnologia pode servir de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
1	0	Existe tecnologia similar no mercado. A aplicação da tecnologia é restrita a um setor de atividade. A tecnologia não serve de base para geração de outra tecnologia ou outra função.
<b>Barreiras de Entrada</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
8	100	O mercado para o produto tecnológico não apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização, não exige economias de escala e não exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.
7	90	O mercado para o produto tecnológico não apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização e não exige economias de escala, mas exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.

Continua...

**Tabela 2.** Continuação.

<b>Barreiras de Entrada</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
6	80	O mercado para o produto tecnológico não apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização, porém, exige economias de escala e não exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.
5	66	O mercado para o produto tecnológico não apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização, porém, exige economias de escala e exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.
4	38	O mercado para o produto tecnológico apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização, porém, não exige economias de escala e não exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.
3	28	O mercado para o produto tecnológico apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização, não exige economias de escala, mas exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.
2	12	O mercado para o produto tecnológico apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização e exige economias de escala, mas não exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.
1	0	O mercado para o produto tecnológico apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização e exige economias de escala e investimento contínuo em P&D para manutenção da competitividade.

**Tabela 3.** Descritores dos níveis de impacto e escala de valor dos PVFs “Impacto nos Custos” e “Impacto na Renda”.

<b>Impacto nos Custos</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
6	100	A adoção da tecnologia não exige capacitação de mão de obra e reduz a necessidade de investimentos em capital fixo ou despesas adicionais relevantes em insumos.
5	72	A adoção da tecnologia exige capacitação de mão de obra, mas diminui a necessidade de investimentos em capital fixo ou despesas adicionais relevantes em insumos.
4	55	A adoção da tecnologia não exige capacitação de mão de obra e não tem efeito sobre a necessidade de investimentos em capital fixo ou despesas adicionais relevantes em insumos.
3	43	A adoção da tecnologia exige capacitação de mão de obra e não tem efeito sobre a necessidade de investimentos em capital fixo ou despesas adicionais relevantes em insumos.
2	30	A adoção da tecnologia não exige capacitação de mão de obra, mas aumenta a necessidade de investimentos em capital fixo ou despesas adicionais relevantes em insumos.
1	0	A adoção da tecnologia exige capacitação de mão de obra e aumenta a necessidade de investimentos em capital fixo ou despesas adicionais relevantes em insumos.
<b>Impacto na Renda</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
12	100	A aplicação da tecnologia promove aumento de produtividade no sistema de produção, diversificação de fontes de renda e agregação de valor a produto ou serviço.
11	98	A aplicação da tecnologia promove aumento de produtividade no sistema de produção, diversificação de fontes de renda, mas não promove agregação de valor a produto ou serviço.
10	89	A aplicação da tecnologia promove aumento de produtividade no sistema de produção, não promove a diversificação de fontes de renda e promove agregação de valor a produto ou serviço.
9	78	A aplicação da tecnologia promove aumento de produtividade no sistema de produção, mas não promove a diversificação de fontes de renda e não promove agregação de valor a produto ou serviço.

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

<b>Impacto na Renda</b>		
<b>Nível de Impacto</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
8	71	A aplicação da tecnologia não tem efeito sobre a produtividade no sistema de produção, mas promove a diversificação de fontes de renda e promove agregação de valor a produto ou serviço.
7	61	A aplicação da tecnologia não tem efeito sobre a produtividade no sistema de produção, promove a diversificação de fontes de renda e não promove agregação de valor a produto ou serviço.
6	57	A aplicação da tecnologia não tem efeito sobre a produtividade no sistema de produção, não promove a diversificação de fontes de renda e promove agregação de valor a produto ou serviço.
5	54	A aplicação da tecnologia não tem efeito sobre a produtividade no sistema de produção, não promove a diversificação de fontes de renda e não promove agregação de valor a produto ou serviço.
4	30	A aplicação da tecnologia provoca redução da produtividade no sistema de produção, promove a diversificação de fontes de renda e promove agregação de valor a produto ou serviço.
3	25	A aplicação da tecnologia provoca redução da produtividade no sistema de produção, promove a diversificação de fontes de renda, mas não promove agregação de valor a produto ou serviço.
2	19	A aplicação da tecnologia provoca redução da produtividade no sistema de produção, não promove a diversificação de fontes de renda, mas promove agregação de valor a produto ou serviço.
1	0	A aplicação da tecnologia provoca redução da produtividade no sistema de produção, não promove a diversificação de fontes de renda, mas não promove agregação de valor a produto ou serviço.

**Tabela 4.** Descritores dos níveis de impacto e escala de valor do PVF “Vínculo ao Sistema Produtivo”.

Nível	Escala	Descrição
7	100	O uso da tecnologia está diretamente associado ao volume de produção de lotes de produção/safras no curto prazo. Existe instrumento de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva que impõe sua utilização.
6	90	O uso da tecnologia está diretamente associado ao volume de produção de lotes de produção/safras no curto prazo. Existe instrumento de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva que favorece sua utilização.
5	72	A tecnologia é aplicável ao sistema de produção, porém, com uso não diretamente associado a volume produzido (fator fixo). Existe instrumento de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva que impõe sua utilização.
4	56	O uso da tecnologia está diretamente associado ao volume de produção de lotes de produção/safras no curto prazo. Instrumentos de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva não interferem na sua utilização.
3	33	A tecnologia é aplicável ao sistema de produção, porém, com uso não diretamente associado a volume produzido (fator fixo). Existe instrumento de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva que favorece sua utilização. Ou... o uso da tecnologia não é preponderante para o desempenho da atividade principal no sistema de produção. Porém, existe instrumento de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva que impõe sua utilização.
2	11	A tecnologia é aplicável ao sistema de produção, porém, com uso não diretamente associado a volume produzido (fator fixo). Instrumentos de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva não interferem na sua utilização.
1	0	O uso da tecnologia não é preponderante para o desempenho da atividade principal no sistema de produção (ou seu uso é opcional). Existe instrumento de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva que favorece sua utilização. Ou... o uso da tecnologia não é preponderante para o desempenho da atividade principal no sistema de produção (ou seu uso é opcional). Instrumentos de política pública ou de coordenação da cadeia produtiva não interferem na sua utilização.

**Tabela 5.** Descritores dos níveis de impacto e escala de valor dos PVFs “Impacto Social”, “Impacto Ambiental” e “Impacto Político Institucional”.

<b>Impacto Social</b>		
<b>Nível</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
6	100	A adoção da tecnologia tem potencial para promover aumento de empregos e algum tipo de organização coletiva entre usuários.
5	85	A adoção da tecnologia tem potencial para promover aumento de empregos, mas não tem efeito sobre a organização coletiva entre usuários.
4	57	A adoção da tecnologia não tem efeito sobre geração ou redução de empregos, mas pode promover algum tipo de organização coletiva entre usuários.
3	35	A adoção da tecnologia não tem efeito sobre geração ou redução de empregos e sobre algum tipo de organização coletiva entre usuários.
2	15	A adoção da tecnologia tem potencial para redução de mão de obra, mas pode promover algum tipo de organização coletiva entre usuários.
1	0	A adoção da tecnologia tem potencial para redução de mão de obra e não tem potencial para promover algum tipo de organização coletiva entre usuários.
<b>Impacto Ambiental</b>		
<b>Nível</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
9	100	A adoção da tecnologia apresenta potencial para reduzir a utilização de recurso natural e ensejar melhorias na qualidade do meio ambiente.
8	93	A adoção da tecnologia apresenta potencial para reduzir a utilização de recurso natural, mas não tem efeito sobre a qualidade do meio ambiente.
7	82	A adoção da tecnologia tem potencial para reduzir a utilização de recurso natural, mas apresenta potencial prejuízo à qualidade do meio ambiente.
6	63	A adoção da tecnologia não apresenta efeitos sobre a utilização de recurso natural, mas apresenta potencial para melhorar a qualidade do meio ambiente.
5	54	A adoção da tecnologia não apresenta efeitos sobre a utilização de recurso natural e não apresenta efeito sobre a qualidade do meio ambiente.
4	33	A adoção da tecnologia não apresenta efeitos sobre a utilização de recurso natural, mas apresenta potencial prejuízo à qualidade do meio ambiente.
3	18	A adoção da tecnologia aumenta a utilização de recurso natural, mas apresenta potencial para ensejar melhoria na qualidade do meio ambiente.
2	7	A adoção da tecnologia aumenta a utilização de recurso natural, mas não apresenta efeito sobre a qualidade do meio ambiente.
1	0	A adoção da tecnologia aumenta a utilização de recurso natural e apresenta potencial prejuízo à qualidade do meio ambiente.

Continua...

**Tabela 5.** Continuação.

<b>Impacto Político Institucional</b>		
<b>Nível</b>	<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
8	100	A tecnologia apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa e promover reconhecimento institucional para a Embrapa.
7	92	A tecnologia apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa, mas não apresenta potencial para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.
6	86	A tecnologia apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, não apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa, mas apresenta potencial para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.
5	76	A tecnologia apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, mas não apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa e não apresenta potencial para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.
4	56	A tecnologia não apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, mas apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa e para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.
3	28	A tecnologia não apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa, mas não apresenta potencial para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.
2	14	A tecnologia não apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, não apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa e apresenta potencial para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.
1	0	A tecnologia não apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, não apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa e não apresenta potencial para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.

de impacto 9, a tecnologia teria quase todos os requisitos especificados no nível 10, mas há indefinição de equipe para o processo de transferência. No julgamento semântico, então, o decisor foi convidado a declarar a diferença de atratividade entre essas duas alternativas. Nesse PVF, a diferença entre o nível 10 e o 9 foi declarada fraca. O mesmo julgamento foi feito para todos os pares possíveis de níveis de impacto em cada Ponto de Vista Fundamental. O software sugeriu a escala e o intervalo, em que a pontuação de cada nível de impacto podia ser alterada, respeitando os julgamentos semânticos declarados na matriz. Assim, na Tabela 1, os números são resultados de alguns ajustes ante os calculados inicialmente pelo software.

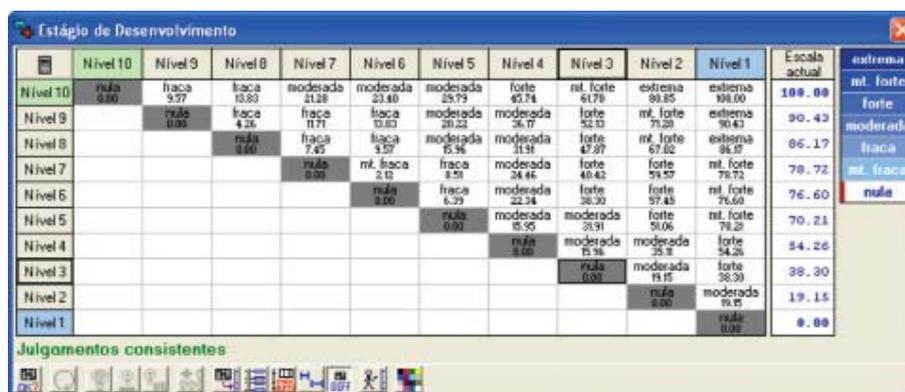


Figura 2. Matriz de julgamentos semânticos para obtenção da função de valor para o PVF “Estágio de desenvolvimento”.

A Figura 3 apresenta a matriz de julgamentos semânticos para obtenção das taxas de substituição na área de interesse “Atratividade para a EBT”.



Figura 3. Matriz de julgamentos semânticos para obtenção das taxas de substituição na área de interesse “Atratividade para a EBT”.

Para ilustrar o funcionamento da matriz, tomou-se como exemplo o julgamento semântico entre os PVFs “Escopo de aplicação” e “Barreiras de entrada”. No primeiro, a tecnologia com melhor desempenho seria uma tecnologia sem similar no mercado, com aplicação em mais de um setor do agronegócio, e, ao mesmo tempo, mostrou evidências de que se constituiu em

plataforma da qual podem surgir outras tecnologias. No nível mínimo desse PVF, nenhuma dessas características se concretizou. Já no PVF “Barreiras de entrada”, o nível de melhor impacto foi caracterizado pelo fato de, do ponto de vista concorrencial para um produto entrante, o mercado não exigir economias de escala, não exigir grande aporte de recursos em PD&I e não apresentar dificuldade de acesso aos canais de distribuição. O nível de pior desempenho foi caracterizado por mercado potencial em que há a exigência de economias de escala e de mais investimentos em PD&I e existem dificuldades de acesso aos canais. O decisor, então, foi questionado sobre a perda de atratividade entre uma tecnologia A, que tem o melhor desempenho no PVF “Escopo de aplicação” e, ao mesmo tempo, o pior desempenho no PVF “Barreiras de entrada”, e uma tecnologia B, que tem impacto inverso nesses dois PVFs, ou seja, o pior desempenho no PVF “Escopo de aplicação” e o melhor desempenho no PVF “Barreiras de entrada”. Diante dessa pergunta, o decisor respondeu que a perda é forte. O mesmo procedimento foi adotado entre os demais pares de critérios em cada uma das áreas de interesse do modelo.

Posteriormente, de forma agregada, determinaram-se as taxas de substituição entre as áreas. A Figura 4 apresenta a matriz de julgamentos que definiu as taxas de substituição entre as áreas de interesse. As taxas obtidas foram decompostas de acordo com as taxas obtidas para os Pontos de Vista Fundamentais.

A Tabela 6 apresenta a distribuição das taxas de substituição nas áreas de interesse e PVFs do modelo desagregados de acordo com a distribuição das taxas nas áreas e entre ambas.



**Figura 4.** Matriz de julgamentos semânticos para obtenção das taxas de substituição na área de interesse “Atratividade para a EBT”.

**Tabela 6.** Distribuição das taxas de substituição entre áreas de interesse e entre Pontos de Vista Fundamentais.

Áreas de Interesse	Taxas de substituição das Áreas de Interesse (%)	Pontos de Vista Fundamentais (PVFs)	Taxas de substituição dos PVFs
Estado da Arte da Tecnologia	35,0	Estágio de Desenvolvimento	21,0
		Propriedade Intelectual	14,0
Atratividade para a EBT	48,0	Escopo de Aplicação	9,1
		Barreiras de Entrada	6,2
		Custos do Usuário	6,0
		Renda	8,9
		Vínculo ao Sistema Produtivo	17,8
		Social	7,1
Impacto Social, Ambiental e Institucional	17,0	Ambiental	5,8
		Institucional	4,1
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>Total</b>	<b>100,0</b>

O modelo, a princípio, foi gerado para uso na Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Suínos e Aves e, ainda, para se integrar aos instrumentos utilizados na avaliação de tecnologias, como o formulário de qualificação de produtos disponibilizado pela Assessoria de Inovação Tecnológica da Embrapa, e para eventuais futuros estudos de viabilidade técnica e econômica.

Além de resultar em índice de desempenho, o modelo indica, em cada Ponto de Vista Fundamental, uma descrição qualitativa do nível de impacto obtido por uma tecnologia sob avaliação. Assim, o modelo serve também como orientador sobre os pontos fortes e fracos de uma tecnologia quanto ao potencial de transferência e indica pontos passíveis de melhoria, seja em etapa anterior à transferência, seja durante a formalização da parceria com a empresa. Além disso, ajuda a identificar qual a melhor modalidade de transferência a ser adotada.

Por meio do PVF “Estágio de desenvolvimento”, por exemplo, os decisores, dependendo das condições de negociação, podem perceber que é recomendável concluir etapas não finalizadas ou recomendar que a tecnologia possa ser transferida mesmo com a etapa experimental em andamento. Porém, isso pode exigir que a empresa parceira tenha que dispor de mais recursos para a finalização da tecnologia, o que pode, então, definir especificidades para cláusulas relacionadas ao fluxo financeiro, distribuição de direitos, contrapartidas em recursos humanos ou compartilhamento de laboratórios, entre outras considerações sobre o processo de transferência da tecnologia. Ainda nesse PVF, a disponibilidade de equipe pode ser determinante para definir se a transferência será por meio do contrato de cooperação técnica para desenvolvimento de produto ou por meio do simples licenciamento do conjunto de conhecimentos, com cláusulas específicas para assegurar futuros direitos sobre a tecnologia finalizada.

O PVF “Barreiras de entrada”, ao indicar as dificuldades devidas à competição no mercado de atuação da empresa a ser licenciada, pode ajudar a definir se a transferência será para empresas de pequeno ou de grande porte. Portanto, na modalidade de incubação de empresas, por exemplo, a empresa não teria, em um primeiro estágio de inserção no mercado, condições de enfrentar os fatores de competitividade que compõem o critério. Nesse caso, pode-se verificar a possibilidade da tecnologia ser transferida via licenciamento à empresa já estabelecida no mercado e com condições de enfrentar as forças competitivas.

O modelo também ensejou subsídios importantes para os processos de PD&I, pois muitas tecnologias acabam sendo geradas em projetos concebidos sem previsão de desenvolvimento de produtos comerciais. Portanto, a leitura do impacto nos PVFs, nas três áreas de interesse, pode ajudar a orientar a formulação e a condução de futuros projetos de pesquisa que tenham tal objetivo. Nesse contexto, o PVF “Estágio de desenvolvimento”, por exemplo, surgiu da visão captada nos entrevistados de que muitas tecnologias eram anunciadas como finalizadas, mas não estavam devidamente validadas no setor produtivo. Outra contribuição para os processos de PD&I foi o fato de a área de interesse “Atratividade para a EBT” prover arcabouço sobre a adequação às necessidades das empresas parceiras e mesmo dos usuários finais. Na formulação de projetos, o entendimento dos possíveis impactos nessa área de interesse pode

ajudar na definição de estratégias e atividades que contribuam para uma melhor aceitação da tecnologia, não só por EBT, mas também por outros agentes do setor produtivo.

A primeira experiência de avaliação foi com a tecnologia denominada “Teste sorológico para detecção de *Salmonella* sp. em rebanhos de suínos”, desenvolvida na Embrapa Suínos e Aves com aplicação na discriminação de lotes de suínos que apresentam o risco de contaminação e de condenação pelos órgãos de inspeção. A Tabela 7 apresenta o desempenho dessa tecnologia no modelo.

À medida que a tecnologia tem maior pontuação em PVFs com maior taxa de substituição, maior é a contribuição que ocorre para o respectivo desempenho no modelo e vice-versa. Assim, conforme o desempenho nesses PVFs, eles podem configurar-se como pontos fortes ou fracos da tecnologia quanto ao potencial de sucesso no processo de transferência e comercialização. Os PVFs “Estágio de desenvolvimento”, “Propriedade intelectual” e “Vínculo ao sistema produtivo” obtiveram maiores taxas de substituição na estruturação, e o desempenho da tecnologia avaliada foi o melhor possível nesses três PVFs. Somadas, as taxas de substituição desses PVFs alcançam 52,8%. Assim, o desempenho nesses critérios os caracteriza como pontos fortes da tecnologia avaliada. O desempenho no PVF “Escopo de Aplicação” também se mostrou relevante, embora a taxa de substituição seja menor.

Na primeira Área de Interesse, “Estado da Arte da Tecnologia”, o desempenho foi o melhor possível. *Ex ante* à transferência, as etapas de pesquisa e validação estavam concluídas. Recursos para P&D não seriam mais necessários na realização da parceria que é restrita ao desenvolvimento do produto comercial. Além disso, a equipe destinada a trabalhar em cooperação com a empresa parceira já estava definida.

Dentro da Área de Interesse mais importante, que é a “Atratividade para a EBT”, houve desempenho próximo do ideal no PVF “Escopo de Aplicação” pois o único aspecto que não foi contemplado nesse critério foi a possibilidade de geração de outras tecnologias por meio do teste sorológico em avaliação. Houve impacto nulo nos PVFs “Impacto nos Custos” e “Impacto na Renda”, pois o uso da tecnologia agrega custos, exigindo capacitação de mão de obra, e não interfere na renda. No entanto, esse baixo desempenho é compensado pela

**Tabela 7.** Desempenho do teste sorológico para detecção de *Salmonella* sp. nos Pontos de Vista Fundamentais e no modelo.

Ponto de Vista Fundamental	Nível de Impacto do PVF	Descrição do Cada Ponto de Vista Fundamental	Pontuação Macbeth	Taxa de Substituição (%)	Valor Agregado no Modelo
Estágio de Desenvolvimento	10	A tecnologia tem as fases de pesquisa e de validação concluídas (ou a fase de validação não é necessária), não requer aporte de recursos para P&D na parceria e a equipe para atuar junto à empresa parceira está definida.	100	21	21
Propriedade Intelectual	9	A tecnologia foi desenvolvida exclusivamente pela Embrapa e tem proteção requerida.	100	14	14
Escopo de Aplicação	7	Não existe tecnologia similar no mercado. A tecnologia pode ser aplicada em mais de um setor de atividade, mas não serve de base para geração de outra tecnologia ou outra função.	90	9,1	8,2
Barreiras de Entrada	4	O mercado para o produto tecnológico apresenta dificuldades de acesso aos canais de comercialização, porém, não exige economias de escala e não exige investimentos em P&D para manutenção da competitividade.	38	6,2	2,4
Impacto nos Custos	1	Aplicação da tecnologia impõe necessidade de capacitação da mão de obra e aumento de despesas ou investimentos relevantes para o sistema de produção.	0	6	0
Impacto na Renda	9	A aplicação da tecnologia provoca redução da produtividade no sistema de produção, não promove a diversificação de fontes de renda e não promove agregação de valor a produto ou serviço.	0	8,9	0

Continua...

**Tabela 7.** Continuação.

<b>Ponto de Vista Fundamental</b>	<b>Nível de Impacto do PVF</b>	<b>Descrição do Nível de Impacto da Tecnologia em Cada Ponto de Vista Fundamental</b>	<b>Pontuação Machbeth</b>	<b>Taxa de Substituição (%)</b>	<b>Valor Agregado no Modelo</b>
Vínculo ao Sistema Produtivo	7	O uso da tecnologia está diretamente associado ao volume de produção de lotes de produção/safras no curto prazo. Existe instrumento de política pública ou de ordenação da cadeia produtiva que impõe sua utilização.	100	17,8	17,8
Impacto Social	4	A adoção da tecnologia não apresenta efeito sobre a utilização de recurso natural mas apresenta potencial prejuízo sobre a qualidade do meio ambiente.	57	7,1	4
Impacto Ambiental	4	A aplicação da tecnologia não gera efeitos sobre o uso de recursos naturais, porém, apresenta prejuízo potencial à qualidade do meio ambiente.	33	5,8	1,9
Impacto Institucional	6	A tecnologia apresenta potencial para ensejar mudança em política pública ou marco legal, não apresenta potencial para ampliação de linha de pesquisa mas apresenta potencial para promover reconhecimento institucional para a Embrapa.	86	4,1	3,5
<b>Total</b>					<b>72,8</b>

pontuação obtida no PVF “Vínculo ao Sistema Produtivo” em que se prevê que a tecnologia deva ser utilizada em larga escala no rebanho nacional. Sob o ponto de vista de instrumentos de coordenação, destaca-se que a presença de *Salmonella* sp na carne suína exportada implica em custos de transporte para retorno da carga e em perda de mercados. Além disso, existe a expectativa que a adoção do Teste Sorológico possa ser regulada por legislação ou normativa privada, por meio de programas regionais ou nacionais de controle.

Na Área de Interesse “Impacto Social, Ambiental e Político Institucional”, o melhor desempenho foi no PVF “Impacto Institucional”, pois o teste tem potencial para que seu uso seja regulado por uma normativa que imponha seu uso em larga escala no rebanho nacional, ajudando na manutenção da sanidade nos abates industriais. Dada a sua importância para a competitividade da suinocultura, o reconhecimento institucional da Embrapa como geradora dessa solução é outro impacto potencial. O “Impacto Ambiental” se manifesta pelo potencial de geração de resíduos químicos com a realização dos testes que precisam ser tratados. No PVF “Impacto Social”, a tecnologia não teria efeitos significativos para a geração de empregos. No entanto, o teste pode ter redução no custo de utilização pelas indústrias se a adoção for organizada dentro de programas sanitários com amparo governamental e legal, com o compartilhamento de laboratórios, recursos humanos, etc.

No início de 2010, a tecnologia foi transferida, mediante contrato de cooperação técnica, à empresa incubada em polo tecnológico da região de Campinas, SP.

## CONCLUSÕES

A construção deste modelo permitiu definir o conjunto de critérios essenciais na análise do potencial de comercialização de tecnologias em Unidades da Embrapa, dentro dos processos de constante aprimoramento da transferência às empresas de base tecnológica.

O modelo poderá ser aplicado sempre que o propósito seja qualificar o processo de transferência de tecnologias. Outrossim, a aplicação poderá contribuir com subsídios na melhoria do processo de PD&I, pois confronta o resultado esperado com aspectos que retratam a adaptação da tecnologia às

necessidades dos usuários e a competitividade do negócio tecnológico. Tais aspectos podem ser mais bem potencializados durante o desenvolvimento da pesquisa à medida que forem identificados em uma análise *ex ante*.

A análise *ex ante* ao processo de negociação poderá permitir o mais adequado posicionamento da tecnologia, fornecendo subsídios estratégicos para a relação negocial com parceiros. Nesse contexto, o modelo poderá auxiliar na verificação da pertinência de transferência da tecnologia e orientar os aspectos a serem considerados durante o relacionamento contratual.

A aplicação do modelo é ainda incipiente e restrita aos testes de avaliação em tecnologias transferidas ao setor produtivo. Assim, um índice mínimo que defina a transferência (ou não) da tecnologia ainda poderá ser estabelecido. No entanto, a experiência com sua replicação poderá orientar a definição de ações que representarão o respectivo desempenho crítico em cada PVF, cujos índices inferiores se prestem, por exemplo, a não recomendar o encaminhamento da tecnologia para a transferência.

Por fim, a estrutura proposta poderá receber novos elementos de avaliação da atratividade de tecnologias, à medida que as condições setoriais da cadeia produtiva se alterem ou que a situação competitiva apresente mudanças relevantes nos cenários para a atuação da pesquisa e desenvolvimento agropecuário. Nesse contexto, escalas e pesos dos pontos de vista fundamentais também podem ser revisados periodicamente.

## REFERÊNCIAS

- AVILA, A. F. D.; MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S. Impactos econômicos, sociais e ambientais dos investimentos na Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 14, n. 4, p. 86-101, 2005.
- BANA-e-COSTA, C. A.; CORTE, J.-M. de; VANSNICK, J.-C. **M-Macbeth versão 1.1**: guia do utilizador. [S.l.], 2005. 101 p. Disponível em: <<http://www.m-macbeth.com/help/pdf/M-MACBETH%20Guia%20do%20utilizador.pdf>> Acesso em: 25 jan. 2011.
- BANA-e-COSTA, C. A.; VANSNICK, J.-C. Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: Macbeth. **Investigação Operacional**, Lisboa, v. 15, n. 1, p. 15-35, 1995.
- BARBOSA, D. B. **Direito da inovação**: comentários à Lei 10.973 [de] 2004: lei federal da inovação. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2006. 293 p.

- BRASIL. Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm)>. Acesso em: 15 set. 2010.
- BRASIL. Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. Institui o regime especial de tributação para a plataforma de exportação de serviços de Tecnologia da Informação... **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 nov. 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm)>. Acesso em: 15 set. 2010.
- DYER, J. S.; SARIN, R. K. Measurable multiattribute value functions. **Operations Research**, Baltimore, v. 27, n. 4, p. 810-822, 1979.
- EDEN, C. On nature of cognitive maps. **Journal of Management Studies**, Oxford, v. 29, n. 3, 1992.
- ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis: Insular, 2001.
- GOLISH, B. L. **Aiding academic inventors to innovate more efficiently**. 2007. Thesis (Doctorate)–University of Pittsburgh, Pittsburgh.
- GOLISH, B. L.; BESTERFIELD-SACRE, M. E.; SHUMAN, L. J. Comparing Academic and Corporate Technology Development Processes. **Journal of Product Innovation Management**, New York, v. 25, n. 1, p. 47–62, 2008.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 344 p.
- IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, I. A. **Sistema de avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria: Sistema Ambitec**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 8 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular técnica, 5).
- MARTINS, F. M.; MIELE, M.; SANTOS FILHO, J. I. dos; SANDI, A. J. Caracterização de demandas tecnológicas na suinocultura na região sul do Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010. Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: Sober, 2010. 1 CD-ROM.
- MONTIBELLER NETO, G. **Mapas cognitivos difusos para o apoio à decisão: uma metodologia integrada para construção de problemas e exploração do impacto de alternativas nos valores do tomador de decisão**. 2000. 322 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

F. M. Martins et al.

OS NOVOS instrumentos de apoio à inovação: um avaliação inicial. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos-Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras, 2009. 101 p. il. Disponível em: <[http://www.anpei.org.br/wp-content/uploads/2009/07/estudo\\_anpei03.pdf](http://www.anpei.org.br/wp-content/uploads/2009/07/estudo_anpei03.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2011.

PADOVANI, A.; CARVALHO, M. M. DE; MUSCAT, A. R. N. Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 1, p. 157-180, 2010.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; IRIAS, L. J. M.;  
RODRIGUES, I. A. **Sistema de avaliação de impacto social da inovação tecnológica agropecuária**: Ambitec-Social. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 30 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35).

WILLCOX, L. C. B. Avaliação do desenvolvimento tecnológico e transferência de tecnologia: o caso Instituto Oswaldo Cruz – Fundação Oswaldo Cruz. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 389-398, 2004.

ZANELLA, I. J. As **Problemáticas técnicas no apoio à decisão em um estudo de caso de Sistemas de Telefonia Móvel Celular**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

---

Trabalho recebido em 27 de setembro de 2010 e aceito em 23 de maio de 2011.