



## **O Uso Do Método Macbeth Para Determinar A Localização De Um Novo Parque Tecnológico**

**Mariana Rodrigues de Almeida**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Av. Sen. Salgado Filho, S/N, 59072-970, Natal/RN  
almeidamariana@yahoo.com

**Luiza Baranowski Faria**

Universidade Federal Fluminense  
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, 24210-240, Niterói, RJ  
luizabaranowski@gmail.com

**Gabriel Soares**

Universidade Federal Fluminense  
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, 24210-240, Niterói, RJ  
gmsoares93@gmail.com

**João Carlos Correia Baptista Soares De Mello**

Universidade Federal Fluminense  
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, 24210-240, Niterói, RJ  
jcsmello@producao.uff.br

### **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo avaliar a atratividade para o recebimento de um parque tecnológico em seis diferentes estados brasileiros que atualmente não dispõem dessa infraestrutura. Utilizou-se, assim, o auxílio multicritério a decisão com o método Macbeth. No desenvolvimento, este estudo requisitou cinco critérios (distância entre parques, número de universidades, número de empresas, PIB, políticas de incentivos) para decidir a melhor localização do parque. A partir dos procedimentos de pesquisas, os resultados revelaram o estado que possui as melhores condições para receber o parque tecnológico: Maranhão.

**PALAVRAS CHAVE.** Parque tecnológico, Multicritério, Macbeth, Critérios, Localização.

**Tópico:** Multicritério

**Factors influencing the undesired production of petrochemical wastewater: a study in the Potiguar basin/Brazil**

### **ABSTRACT**

The objective of this paper is to evaluate the attractiveness for the receipt of a technological park in six distinct Brazilian states that doesn't retain this infrastructure yet. It was utilized the Multicriteria Decision Aid (MCDA) method, Macbeth. For the development of this study was needed five criteria (distance between parks, number of university, number of enterprise, GDP, political incentives) to decide the best localization for the park. From this research procedure, the results reveal the state with the best conditions to receive a technological park: Maranhão.

**KEYWORD:** Technological Park, Multicriteria, Macbeth, Criteria, Location.



## 1. Introdução

A instalação de parques tecnológicos tem promovido a competitividade de uma região, pois o ecossistema onde são instalados catalisa os efeitos inovativos articulando todos os agentes por meio da rede de cooperação e alianças estratégicas entre governo, universidades e empresas, sendo impulsionadores do desenvolvimento e crescimento econômico regional.

Nesse processo de decidir a localização estratégica, ferramentas de multicritério surgem para auxiliar e apoiar os gestores na tomada de decisão. Para realização das decisões, esses critérios são construídos por especialista da área, dependendo do nível de complexidade, existem diferentes métodos para atender as especificidades de cada problema. As decisões de investimento estabelecidas dessa temática requerem como princípio o apoio do governo federal brasileiro para desenvolver políticas de incentivos, pois exigem altos investimentos de recursos para instalar parques tecnológicos, principalmente quando essa instalação está atrelada em zona carente de desenvolvimento regional do país.

As políticas públicas têm como função a distribuição de recursos para promover o bem estar da sociedade, porém em zonas carentes brasileiras alocar recursos não é apenas uma única alternativa para promover o desenvolvimento, porque essas áreas necessitam de investimentos ainda anteriores aos investimentos em empresas de base tecnológica que seriam para suprir outras carências, como, por exemplo, a educação básica.

Ao atender essas carências básicas, muitos estados brasileiros ainda não estão preparados para receber investimentos de um parque tecnológico. O recebimento de um parque exige muito mais que os investimentos obtidos pelo governo, pois requer mão de obra qualificada, ou seja, o nível educacional superior precisa ter e possuir conhecimento com nível de escolaridade avançada no que direciona em tecnologia para desempenhar funções nas empresas incubadas.

Dada essa infraestrutura, o Brasil possui vários parques tecnológicos distribuídos geograficamente pelo país. Em algumas regiões e estados, os números de parques ultrapassam ao número inicial contendo assim dois a três parques instalados, inclusive diferenciando a natureza econômica tanto pública como privada. No entanto, o extremo do país, nas regiões norte e nordeste, é configurado como uma região mais carente por esse tipo de infraestrutura de apoio ao desenvolvimento. Em alguns casos, a falta de planejamento governamental que antecede a instalação de um parque tem se tornado essencial porque parques que não obtiverem esses passos anteriores depois de poucos anos tornaram uma infraestrutura ociosa.

Ao formalizar um planejamento robusto, ao considerar todos os critérios relevantes, o processo de decisão dessa abordagem de instalação considerou também a distância entre parques da cidade mais próxima para o estado analisado. Uma vez que essa distância poderia prejudicar aos avanços do desenvolvimento do parque, visto que essas zonas carentes não disponibilizam de uma oferta de mão de obra qualificada, bem como por empresas interessas para realizar investimentos externos. Assim, essas zonas podem começar apresentam restrições no sistema inovativo para que pudesse atender ao duplo serviço especializado entre os dois parques.

Frente ao exposto, a proposta deste trabalho é fundamentada por diferentes critérios para selecionar dentre seis estados qual pode contemplar o maior suporte técnico para abrigar a instalação do parque tecnológico. Nesse processo de análise, realizou-se um estudo de caso com apoio do método MACABETH de auxílio à decisão envolvendo multicritérios.



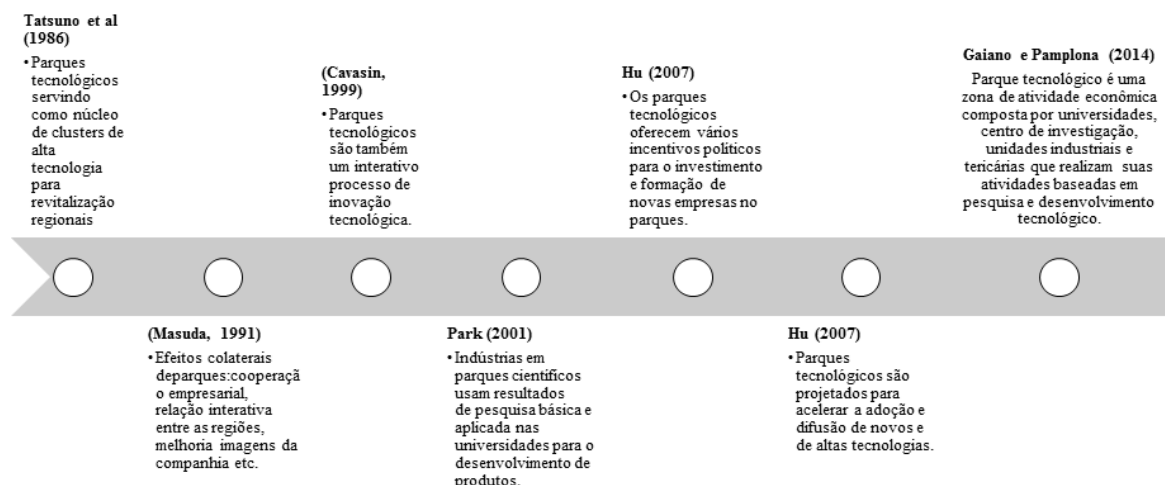
O artigo está dividido em quatro partes, sendo a primeira parte uma introdução do que será abordado durante o estudo. O segundo tópico apresenta o embasamento teórico da temática abordada para elaboração desta pesquisa. Já a terceira fase trata da modelagem proposta. No quarto tópico, são apresentadas as características dos estados observados e as correspondentes análises dos resultados. No quinto tópico serão as conclusões obtidas e as recomendações para futuros trabalhos de pesquisa sobre o tema.

## 2. Parques tecnológicos

O primeiro parque tecnológico do mundo, conhecido como Stanford Research Park, surgiu nos Estados Unidos na década de 50. Por volta dos anos 60, na Europa, o parque Sophia Antipolis surgiu para tentar reproduzir o sucesso do parque do Vale do Silício. No Japão, houveram iniciativas de criação de parques tecnológicos com o *Tsuba Sciency City*.

O aumento dos parques tecnológicos é decorrente de uma forte concorrência entre as nações após a nova ordem econômica emergente, no qual a alta tecnologia tornou-se o fator mais importante para alcançar a competitividade nacional e local (PARK, 2001). Na busca de processos e produtos inovadores, as empresas seguem caminhos alternativos e, às vezes, complementares: montam suas próprias estruturas de Pesquisa e Desenvolvimento; contratam as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) no país ou no exterior para o desenvolvimento de produtos e processos; estabelecem parcerias com as ICTs para, em conjunto, desenvolver tecnologias ou outros resultados demandados pelo mercado (DIAS *et al*, 2009).

Nesse contexto que surgem os parques tecnológicos, áreas que permitem aglomeração de atividades tecnológicas levando benefícios positivos das externalidades para as empresas individuais localizadas no parque (WESTHEAD e STOREY, 1994) e tem como função incentivar e facilitar a formação e o crescimento de empresas baseadas no conhecimento (CHAN e LAU, 2005), é baseada em ligações formais e operacionais com universidades, instituições de ensino superior ou centros de pesquisa, e sua gestão está ativamente envolvida na transferência tecnológica e habilidades de negócio para as organizações no local. A Figura 1 apresenta a evolução cronológica dos fatores positivos e negativos que impactam no desenvolvimento de um parque tecnológico.



**Figura 1** - Evolução conceitual sobre parques tecnológicos

A instalação de um parque tecnológico em uma determinada região impulsiona o crescimento econômico, atrai novas empresas, profissionais qualificados, além da contribuição para a



geração de emprego e renda de um local. Nesse cenário, os parques atuam como agentes catalisadores do desenvolvimento regional que proporciona uma parceria para a transferência de conhecimento e tecnologia entre os atores, o que resulta no estímulo a criação de produtos e processos inovadores.

Atualmente, no Brasil, esta modalidade de investimento se tornou prioridade em órgãos governamentais de fomento, pois a projeção de longo prazo objetiva reduzir, gradativamente, a dependência por tecnologia estrangeira, o que pode concretizar a situação de crescimento e independência. Mediante diretrizes políticas, alguns estados brasileiros, por meio de órgãos financiadores, já adotaram políticas de incentivo às empresas para o investimento em tecnologia.

## 2.1. Fatores que influenciam o desenvolvimento de um parque tecnológico

Os fatores podem contribuir para o desenvolvimento de parques tecnológicos em uma região de diferentes maneiras de acordo com a sistematização da literatura. Esses indicadores são agrupados em dois pilares: (1) no processo de implantação (políticas de incentivo, localização, parcerias) e (2) em procedimentos de gestão organizacional (Modelos de gestão, conhecimento dos gestores, criatividade, e sistema de avaliação e medição de desempenho), conforme a Figura 2.

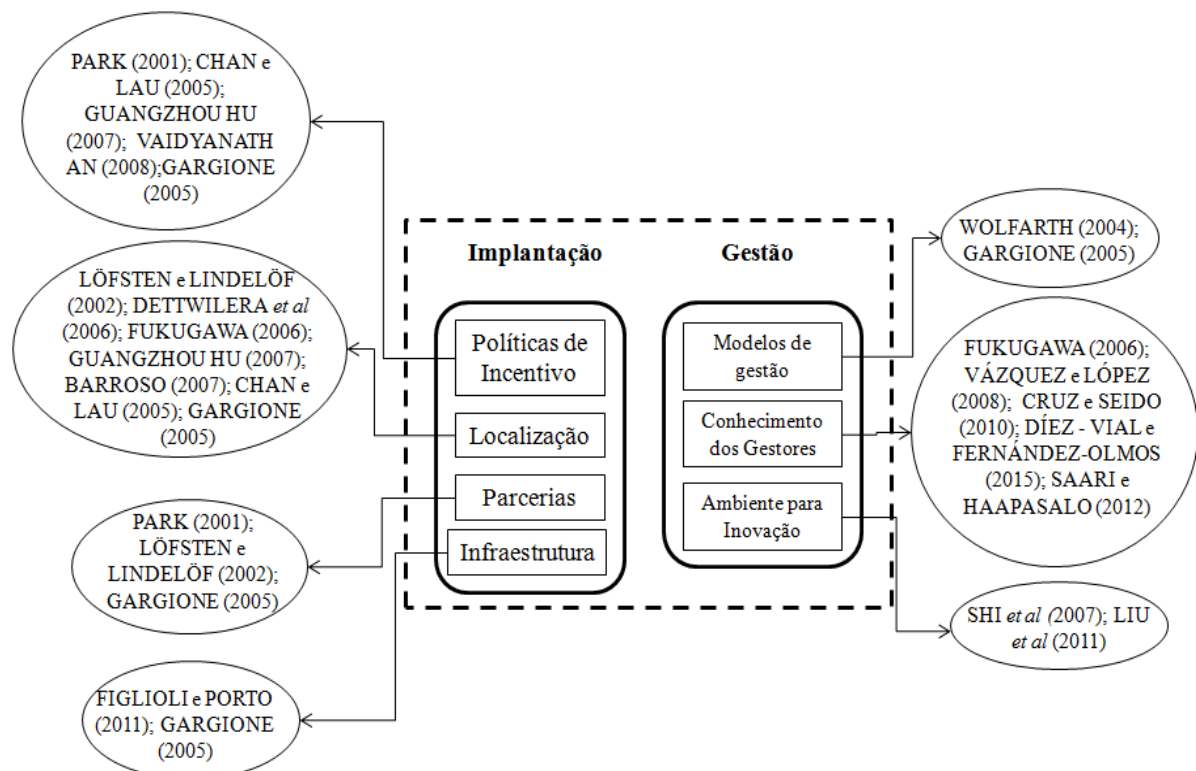


Figura 2 - Fatores que Influenciam o Desenvolvimento de um Parque Tecnológico

Já quando se refere a localização, Barroso (2007), aborda em seu estudo fatores de localização relevantes e seus indicadores, a partir de uma revisão da literatura, que podem influenciar na localização de empresas, são esses: disponibilidade de recursos humanos, situação do ambiente regional, apoio do poder público, relacionamento com instituições de ensino e pesquisa, oportunidade para aglomeração empresarial, dimensão e proximidade com o mercado,



motivação de ordem exclusivamente pessoal, nível de qualidade de vida, disponibilidade de infra-estrutura e disponibilidade de serviços.

Outro fator considerado é a parceria dos parques com as universidades. As universidades são importantes fontes de geração de conhecimento científico (PARK, 2001) e as indústrias podem ter acesso a esse conhecimento ou recursos por meio do desenvolvimento de vínculos formais e informais com instituições de ensino superior (OCDE, 1981, 1993). Portanto, essa interação indústria-universidade é importante para fomentar a inovação, uma das principais características dos parques tecnológicos (LIU *et al*, 2011).

Para Gargione (2005), uma localização atraente é aquela que é de fácil acesso e próximas a centro urbanos e linhas rodoviárias e aeroviárias. Em complemento, os serviços consultorias especializados em atividades empresariais são importantes, pois este tipo de pessoal qualificado no ambiente dos parques facilita o registro e licenciamento de marcas e patentes e estruturação de projetos de desenvolvimento tecnológico via agências de fomento e fundos governamentais. A mão de obra qualificada é considerada um fator crítico de sucesso para Gargione (2005), pois o acesso aos pesquisadores e professores a partir da parceria com os parques visando consultorias e suporte no desenvolvimento de novos produtos é determinante para desenvolver um ambiente de inovação e sucesso. Em contrapartida, os professores e pesquisadores tornam-se mão-de-obra para treinamento e recrutamento nos parques tecnológicos.

## 2.2. Método MACBETH

A literatura apresenta diversos modelos propostos para auxiliar ao decisor na tomada de decisão. Dentre os métodos multicritérios, referencia-se o método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*). Este método tem destaque por avaliar a atratividade de diversas alternativas par a par, através de julgamentos qualitativos, conforme explicitado por Soares de Mello (2016). Em uma análise realizada por Bana e Costa e Chagas (2004), “A distinção fundamental entre MACBETH e outros métodos multicritério é que este requer apenas julgamentos qualitativos sobre as diferenças de atratividade entre elementos, para gerar pontuações para as opções em cada critério e para ponderar os critérios”.

O método Macbeth tem como objetivo transformar escalas ordinais em cardinais a partir de juízos absolutos sobre a diferença de atratividade entre duas alternativas. Este método foi introduzido por Bana e Costa e Vansnick em 1994. Avaliação desse método é obtida a partir de uma função objetivo que relaciona aos parâmetros definidos com a informação do problema. Nessa análise, o método requer uma análise de juízos qualitativos sobre as diferenças de valor por forma a auxiliar o decisor na quantificação das opções existentes [Bana e Costa e Chagas 2002].

Em uma perspectiva complementar, o MACBETH é uma abordagem multicritério de apoio à decisão que permite mensurar a atratividade das alternativas através da comparação não numérica par a par. Para cada comparação, o decisor pode selecionar entre sete categorias qualitativas de atratividade, desde “nula” até “extrema”, definindo dessa forma a sua preferência [Soares Mello, 2016].

Para Bana e Costa, De Corte e Vansnick (2005), a abordagem MACBETH e o software M-MACBETH têm sido usados para derivar as escalas de preferência ou funções de valor e constantes de dimensionamento em muitas aplicações públicas e privadas de análise de valor aditivo multicritério, algumas delas relatadas na literatura. Durante a elaboração do modelo, o decisor deve identificar se a diferença das alternativas comparadas é nula, ou seja, as



alternativas são indiferentes, ou se a diferença entre essas alternativas é muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte ou extrema.

Para a implementação e análise, existe no mercado um software desenvolvido para calcular o método MACBETH, que é intitulado por M-MACBETH. Neste software, os procedimentos de análise são: (1) inserir a árvore de critérios a ser utilizada e as alternativas a serem avaliadas; (2) realizar os julgamentos par a par das alternativas em cada critério. Esse programa ainda permite averiguar se os julgamentos são consistentes ou não. Após todas as alternativas serem ponderadas perante cada critério, avalia-se a relevância dos critérios. Na última etapa, calcula-se as escalas de atratividade das alternativas e sinaliza-se os possíveis resultados, havendo ainda a possibilidade do decisor ajustar a escala, caso haja necessidade.

Para esse tipo avaliação, pode-se ainda realizar a análise de robustez em que introduz essa informação no programa MACBETH em três tipos: Ordinal, MACBETH e Cardinal, e duas seções de “Informação Local” e “Informação global”. Com esse tipo de análise, avalia-se a não dominância realizadas nos rankings dada as pequenas variações de opinião do gestor.

### 3. Modelagem proposta

Este trabalho tem como objetivo definir a melhor localização de maneira estratégica visando o desenvolvimento econômico nos estados brasileiros que não possuem a infraestrutura de um parque tecnológico. Este tipo de análise tem como função impulsionar a economia local e regional do estado, assim alavancando a geração de conhecimento científico tecnológico.

Para a determinação da localização mais atrativa para construção parque tecnológico, de maneira estratégica governamental, utilizou-se como auxílio gerencial o método MACBETH, que visa oferecer suporte à decisão envolvendo multicritérios. Na definição da localização, este trabalho é subdividido em duas análises: (1) na localização macro entre os diferentes estados; em uma posterior análise (2) de maneira micro para definição da localização dentro do estado selecionado.

Nesta etapa define-se o significado de cada critério e como esses critérios foram constituídos a partir de diferentes bases de dados. Na primeira análise, os gestores definiram os critérios a serem contemplados no processo avaliativo, os quais são:

- 1) **Distância do parque tecnológico mais próximo**, este critério objetiva definir o quão afastado o parque tecnológico da capital mais próxima estaria distante da nova instalação proposta. Este critério tem como função estabelecer uma maior distribuição de recursos e conhecimentos para regiões mais carentes, a fim de promover o desenvolvimento econômico, bem como social e tecnológico das regiões, sobretudo do norte e nordeste do país. Desse modo, este critério é analisado pela função de maximizar, o quanto maior esta distância, maior torna a prioridade da pesquisa. Este novo parque tecnológico ocasiona maiores impactos na região, em que se torne desejável para priorizar as alternativas que apresentem maiores distâncias até os parques existentes mais próximos. Os dados de distância foram calculados por meio do google maps. Esses valores representam as distâncias entre as capitais e estados alternativos até a cidade mais próxima que possua a infraestrutura do parque tecnológico consolidado (instalado, ou em funcionamento).



- 2) **Políticas de incentivo**, este critério tem a finalidade de buscar o estado com maior autonomia de sustentabilidade financeira e econômica para sobreviver com esta infraestrutura após a instalação. Isso se deve pelos princípios que muitos parques se tornam uma infraestrutura ociosa devido ao grande capital necessário para suprir as despesas mínimas operacionais após o período de incentivos governamentais, visto que esses parques são projetados sem condições de captar recursos externos advindos de empresas e mão de obra externa. Este critério foi constituído pela função de maximizar para que o estado selecionado possua operação de captação de recursos e investimentos externos. Os dados foram obtidos a partir de bancos dados gerenciais do governo por meio de pesquisas públicas e técnicas da área, em que assegurava o direcionamento focado para parques tecnológicos.
  
- 3) **Concentração de empresas na região**. Este critério tem como premissa avaliar o nível de aglomeração regional de empresas. Essa aglomeração geográfica auxilia no potencial industrial do setor econômico, pois uma região sem esse contorno não tem conhecimento externo para propagar novas ondas de inovação tecnológica. Sem isso, as empresas locais não têm como impulsionar a tecnologia necessária para impulsionar o desenvolvimento do parque. Assim, torna-se imprescindível a região possua uma grande concentração de empresas, para que possibilite um maior aproveitamento do parque tecnológico e desencadeie um maior retorno sobre o investimento governamental realizado.  
Este critério foi coletado a partir do banco de dados da federação indústria brasileira. Após isso, verificou-se o índice percentual de empresas situadas em cada estado. Esses dados foram obtidos na base de dados referente ao período de 2016.
  
- 4) **Número de universidades na região**. Este critério requer uma grande concentração de universidade para promover o maior conhecimento técnico e mão de obra qualificada. Não faz sentido inserir um parque tecnológico sem essa base educacional de conhecimento local, pois um parque, para obter avanços, precisa possuir pesquisadores capacitados e engajados em níveis profundos de conhecimentos.  
O número de universidades, por estado, foi consultado na base do Ministério Educacional Brasileiro (MEC). Cada estado computou o número de universidades sem duplicação de campus nas diversas cidades. Assim, este número de universidade reflete o número exato de universidades públicas (estaduais e federais) e privadas. Esse número coletado está embasado pelo banco de dados referentes ao ano de 2016.
  
- 5) **Produto Interno Bruto**. Este critério sinaliza o poder financeiro e econômico da região. Regiões carentes podem receber parques tecnológico, porém a falta desse critério pode acarretar em futuras dificuldades de atrair investimentos e também não ser prioridade governamental pela falta de direcionamento de investimentos para esta região. O dado foi coletado por meio da base do IBGE para cada estado.

A Figura 3 apresenta o modelo proposto para avaliação da instalação do parque tecnológico brasileiro em zona carente. Esta avaliação contempla a ponderação hierárquica..

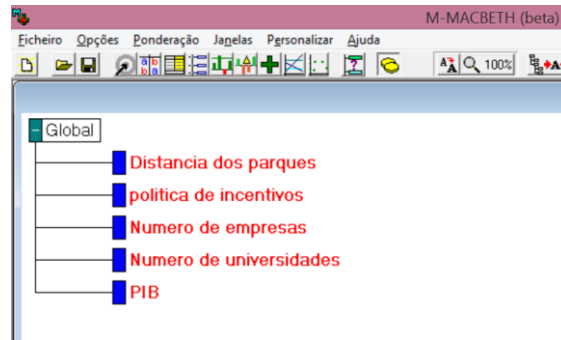


Figura 3 – Árvore de critérios

#### 4. Estudo de caso

Esta avaliação foi construída com o limite de referência superior e inferior associados, respectivamente, aos melhores e piores desempenhos das alternativas, para cada critério. A distância dos parques avalia o melhor posicionamento para promover o desenvolvimento econômico regional e local em zonas carentes.

Para realização desta análise, utilizou-se os seis estados para averiguação da melhor instalação. A Figura 4 descreve o julgamento dois a dois realizado pelo decisor com experiência na área. O estado do Acre apresentou o melhor perfil por possuir a maior distância geográfica do parque tecnológico mais próximo. Observou-se que o Estado que possuía o parque tecnológico mais próximo seria o parque de Manaus. Ao calcular as distâncias, entre os demais estados, foi possível concluir que as distâncias eram menores.

|      | AC   | sup. | PI    | MA        | RO        | TO        | AM        | inf.      | Escala actual |
|------|------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| AC   | nula | nula | forte | mt. forte | mt. forte | mt. forte | mt. forte | mt. forte | 100.00        |
| sup. | nula | nula | forte | mt. forte | mt. forte | mt. forte | mt. forte | mt. forte | 100.00        |
| PI   |      |      | nula  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | 73.91         |
| MA   |      |      |       | nula      | mt. forte | mt. forte | mt. forte | mt. forte | 65.22         |
| RO   |      |      |       |           | nula      | forte     | forte     | forte     | 30.43         |
| TO   |      |      |       |           |           | nula      | mt. fraca | mt. fraca | 8.70          |
| AM   |      |      |       |           |           |           | nula      | mt. fraca | 4.35          |
| inf. |      |      |       |           |           |           |           | nula      | 0.00          |

Julgamentos consistentes

Figura 4 – Distância entre parques tecnológicos

Em outro extremo, o estado do Amapá apresentou uma distância inferior aos demais estados observados. Comparou-se as distâncias entre Amapá e Belém, bem como Maranhão e Belém, visto que Belém já possui um parque tecnológico instalado. Logo, conferiu-se as distâncias entre os demais pares para realizar um julgamento mais consistente em relação as alternativas que foram: (Fortaleza, Piauí; Manaus, Acre; Manaus, Roraima; Brasília; Tocantins).

No próximo critério, a política de incentivos visa avaliar os recursos direcionados para criação e manutenção da sustentabilidade do parque tecnológico, a fim de custear suas despesas operacionais, após o suporte do governo federal, com auxílio inicial de instalação para os primeiros anos. Ressalta-se que, em grande maioria, existem diversos parques tecnológicos que se tornaram uma infraestrutura ociosa pela falta de planejamento de longo prazo para região de instalação, sobretudo na captação de recursos externos. A Figura 5 ilustra as diferentes alternativas pelo critério de política de incentivo.





|      | sup. | PI   | MA        | TO    | AM        | RO        | inf.      | AC        | Escala actual | extrema |
|------|------|------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------|
| sup. | nula | nula | mt. fraca | forte | mt. forte | mt. forte | positiva  | extrema   | 100.00        | extrema |
| PI   | nula | nula | mt. fraca | forte | mt. forte | mt. forte | extrema   | extrema   | 100.00        | extrema |
| MA   |      |      | nula      | forte | mt. forte | mt. forte | extrema   | extrema   | 93.75         | extrema |
| TO   |      |      |           | nula  | forte     | forte     | mt. forte | mt. forte | 62.50         | extrema |
| AM   |      |      |           |       | nula      | forte     | forte     | forte     | 37.50         | extrema |
| RO   |      |      |           |       |           | nula      | fraca     | fraca     | 12.50         | extrema |
| inf. |      |      |           |       |           |           | nula      | nula      | 0.00          | extrema |
| AC   |      |      |           |       |           |           |           | nula      | 0.00          | extrema |

Figura 5 – política de incentivos

|      | sup. | MA   | TO    | AC        | AM        | inf.      | PI        | RO        | Escala actual | extrema |
|------|------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------|
| sup. | nula | nula | forte | mt. forte | mt. forte | extrema   | extrema   | extrema   | 100.00        | extrema |
| MA   | nula | nula | forte | mt. forte | mt. forte | extrema   | extrema   | extrema   | 100.00        | extrema |
| TO   |      |      | nula  | fraca     | fraca     | moderada  | moderada  | moderada  | 42.86         | extrema |
| AC   |      |      |       | nula      | nula      | mt. fraca | mt. fraca | mt. fraca | 14.29         | extrema |
| AM   |      |      |       |           | nula      | mt. fraca | mt. fraca | mt. fraca | 14.29         | extrema |
| inf. |      |      |       |           |           | nula      | nula      | nula      | 0.00          | extrema |
| PI   |      |      |       |           |           |           | nula      | nula      | 0.00          | extrema |
| RO   |      |      |       |           |           |           |           | nula      | 0.00          | extrema |

Figura 6 – critério de número de empresas

A partir desses resultados, Piauí foi constatado como o melhor perfil para receber e captar incentivos externos. De maneira associada, o Maranhão também tem um perfil similar pela estrutura e desenvolvido econômico ser melhor que os demais observados. Em contraposição, Roraima apresentou o pior perfil de captação de recursos, pois a extrema localização geográfica inibe o seu crescimento econômico e educacional, e ainda ao redor da sua localização é difícil encontrar um estado que possibilite suporte para promover este desenvolvimento. Assim, verifica-se a representação com a dominância do Estado do Piauí perante os demais analisados.

No critério do número de empresas avalia-se o nível de aglomeração dos polos e setores industriais para cada estado. Com base dos dados da Federação das Indústrias Brasileiras, foi possível determinar o valor em porcentagem do total de empresas locais em relação ao número da quantidade de empresas. A Figura 6 representa a avaliação do decisor em relação ao critério de empresas.

A partir disso, detectou-se o estado com maior nível de aglomeração existente em relação aos demais, com destaque ao Maranhão. Observou-se também a criticidade da situação nos demais estados avaliados dado que o segundo colocado contempla quase a metade do percentual do primeiro destaque. Essa avaliação foi construída com o limite de referência inferior associado aos piores desempenhos das alternativas, em que para esse critério, avaliou-se uma situação extrema onde dois estados apresentam um baixo percentual de empresas instaladas no seu perímetro.

O número de universidades tem o significado de geração de conhecimento. Para a estrutura tecnológica a ser inserida nos diferentes estados, esse critério exige um alto potencial de conhecimento tecnológico e científica da região, pois sem essa base estrutural não tem como promover avanços significativos na ciência. Para tanto, coletou-se os dados na maior base educacional brasileira dada pelo Ministério da Educação. Para isso, os dados coletados foram restritos apenas a formação de nível superior e ainda realizou um crivo para obter os dados de maneira mais precisa em relação ao total de universidades que cada estado contém. A Figura 7 sinaliza as diferentes alternativas de instalação com a escala dos critérios, bem como a escala atual definindo o Piauí como forte perfil de atratividade para este critério. Isso significa que o estado do Piauí possui um alto aglomerado de universidades em relação aos demais estados.

|      | sup. | PI   | MA    | TO    | AM        | AC        | inf.      | RO        | Escala actual | extrema |
|------|------|------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------|
| sup. | nula | nula | fraca | forte | mt. forte | extrema   | positiva  | extrema   | 100.00        | extrema |
| PI   | nula | nula | fraca | forte | mt. forte | extrema   | extrema   | extrema   | 100.00        | extrema |
| MA   |      |      | nula  | fraca | moderada  | mt. forte | mt. forte | mt. forte | 73.33         | extrema |
| TO   |      |      |       | nula  | fraca     | moderada  | mt. forte | mt. forte | 53.33         | extrema |
| AM   |      |      |       |       | nula      | fraca     | moderada  | moderada  | 33.33         | extrema |
| AC   |      |      |       |       |           | nula      | mt. fraca | mt. fraca | 13.33         | extrema |
| inf. |      |      |       |       |           |           | nula      | nula      | 0.00          | extrema |
| RO   |      |      |       |       |           |           |           | nula      | 0.00          | extrema |

Figura 7 – critério de número de universidades



A partir disso, outro extremo é refletido com o estado de Roraima pelo baixo nível educacional superior instalado na região. Isso significa que dificilmente este estado terá condições técnicas para suportar tal infraestrutura. Nesse último critério, o Produto Interno Bruto é um indicador que define o potencial econômico da região. Esse indicador se torna relevante nessa análise porque une a capacidade de geração de renda obtida pelo ecossistema ao redor das instalações futuras do parque, bem como uma possível ponte de atratividade de investimento internos das empresas locais para o parque. A Figura 8 esboça os resultados do critério de Produto Interno Bruto em relação a instalação do parque tecnológico.

|      | sup.         | MA           | PI             | TO                 | AM                 | AC                 | RO                | inf.               | Escala actual |           |
|------|--------------|--------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------|-----------|
| sup. | nula<br>0.00 | nula<br>0.00 | forte<br>28.57 | mt. forte<br>42.85 | extrema<br>76.19   | extrema<br>80.95   | extrema<br>100.00 | positiva<br>100.00 | 100.00        | extrema   |
| MA   | nula<br>0.00 | nula<br>0.00 | forte<br>28.57 | mt. forte<br>42.85 | extrema<br>76.19   | extrema<br>80.95   | extrema<br>100.00 | extrema<br>100.00  | 100.00        | forte     |
| PI   |              |              | nula<br>0.00   | moderada<br>14.29  | mt. forte<br>47.62 | mt. forte<br>52.38 | extrema<br>71.43  | extrema<br>71.43   | 71.43         | fraca     |
| TO   |              |              |                | nula<br>0.00       | mt. forte<br>33.33 | mt. forte<br>38.09 | extrema<br>57.14  | extrema<br>57.14   | 57.14         | mt. fraca |
| AM   |              |              |                |                    | nula<br>0.00       | mt. fraca<br>4.76  | moderada<br>23.81 | moderada<br>23.81  | 23.81         | nula      |
| AC   |              |              |                |                    |                    | nula<br>0.00       | moderada<br>19.05 | moderada<br>19.05  | 19.05         |           |
| RO   |              |              |                |                    |                    |                    | nula<br>0.00      | nula<br>0.00       | 0.00          |           |
| inf. |              |              |                |                    |                    |                    | nula<br>0.00      | nula<br>0.00       | 0.00          |           |

Figura 8 – Critério de Produto Interno Bruto (PIB)

A partir disso, o Maranhão conquistou o melhor perfil em relação aos demais analisado em termos de renda desenvolvida interna. Em contrapartida, identificou-se que Roraima tem pouca capacidade de geração de renda, no qual iguala-se ao nível inferior na análise. A ponderação global foi construída a partir de escalas delineadas pelo decisor. Cada critério conteve um embasamento teórico para fundamentar as decisões da análise.

Após as avaliações par a par de cada critério, o decisor construiu uma escala de preferências entre os critérios, determinando as razões de compensação por meio de alternativas fictícias. Essa avaliação assemelha-se às anteriores, por meio de julgamentos par a par. Esboça, assim, um ranking de prioridades, definidas pela Figura 9, em que: o Número de Universidades (NU) obteve melhor classificação, seguido do Produto Interno Bruto (PIB), Número de Empresas (NE), Políticas de Incentivos (PI) e Distância até o Parque Tecnológico Mais Próximo (DP).

|               | [ NU ] | [ PIB ] | [ NE ]   | [ PI ]    | [ DP ]    | [ tudo inf. ] | Escala actual |           |
|---------------|--------|---------|----------|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| [ NU ]        | nula   | fraca   | forte    | mt. forte | extrema   | positiva      | 34.21         | extrema   |
| [ PIB ]       |        | nula    | moderada | forte     | mt. forte | positiva      | 28.95         | mt. forte |
| [ NE ]        |        |         | nula     | moderada  | forte     | positiva      | 21.05         | forte     |
| [ PI ]        |        |         |          | nula      | forte     | positiva      | 13.16         | moderada  |
| [ DP ]        |        |         |          |           | nula      | positiva      | 2.63          | fraca     |
| [ tudo inf. ] |        |         |          |           |           | nula          | 0.00          | mt. fraca |

Figura 9 – Ponderação Global de todos os fatores

Quando uma região possui uma estrutura econômica consolidada e um elevado nível tecnológico e científico, possuir mais de um parque tecnológico na região se torna atrativo para a obter maiores capacidades de atração de investimentos. No entanto, uma região localizada em uma zona carente, em que não possui uma situação econômica-financeira estabelecida e nem mão de obra qualificada, ter parques próximos se torna prejudicial para a sobrevivência, tanto



de manutenção quanto de capacidade ociosa, porque capacitar mão de obra qualificada demanda um alto investimento educacional, governamental a longo prazo. Neste caso específico, o presente trabalho definiu que ter parques próximos não se torna atrativo para desenvolvimento como ferramenta de alavancagem econômica.

## 5. Análise dos Resultados

A Figura 10 revela a compilação de todos os critérios para a definição da melhor localização estratégica para o desenvolvimento econômico local. Nessa reunião observou-se diversos pilares que sustentam a escolha baseada na maximização dos critérios. Com base nos resultados impressos na figura, o Maranhão foi quem compilou os melhores desempenhos e apresentou-se como opção mais atrativa para receber um parque tecnológico.

Apesar do Maranhão ter obtido o melhor índice de desempenho em apenas dois critérios, são critérios relevantes que auxiliam no posicionamento final da alternativa. Além disso, o seu desempenho foi altamente satisfatório nos demais critérios.

Já a segunda melhor alternativa, definida pelo Piauí, também atingiu destaque em relação às demais alternativas. No critério de Número de Empresas, no entanto, seu desempenho é deficiente. Isso acarretou a que esse estado abrigue o segundo posicionamento. Em outras palavras, quando o Piauí possuir um indicador satisfatório para esse critério, esse estado tem o potencial de se tornar o mais atrativo.

| Opções        | Global | DP     | PI     | NE     | NU     | PIB    |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| PI            | 69.99  | 73.91  | 100.00 | 0.00   | 100.00 | 71.43  |
| MA            | 89.14  | 65.22  | 93.75  | 100.00 | 73.33  | 100.00 |
| AC            | 15.71  | 100.00 | 0.00   | 14.29  | 13.33  | 19.05  |
| RO            | 2.45   | 30.43  | 12.50  | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| TO            | 52.26  | 8.70   | 62.50  | 42.86  | 53.33  | 57.14  |
| AM            | 26.35  | 4.35   | 37.50  | 14.29  | 33.33  | 23.81  |
| [ tudo sup. ] | 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   |
| Pesos :       |        | 0.0263 | 0.1316 | 0.2105 | 0.3421 | 0.2895 |

Figura 10 – Tabela de pontuações

Em situação extrema, o Acre e Roraima foram posicionados nas piores colocações do *ranking*. Ao detalhar com profundidade a essência das suas deficiências, o decisor identifica a carência estrutural de conhecimento como um alicerce para o desenvolvimento e impulsionamento de empresas, sobretudo de inovação tecnológica. Um sistema regional inovativo precisa conter disseminação de conhecimento entre universidades, empresas e governo constituindo uma base triangular essencial para o desenvolvimento da região e fator primordial para o avanço regional. Sem essa base estrutural a região não consegue atingir diferentes camadas de estágio de desenvolvimento, pois uma vez superada a barreira educacional, por exemplo, enfrentará novamente outras barreiras tanto governamentais como empresariais. Com isso, essa base triangular necessita estar alinhada estrategicamente para promover o desenvolvimento local. Por fim, as Figuras 11 e 12 apresentam a análise de robustez obtida por meio do MACBETH. A análise de robustez obtida apresenta um ranking com os estados estabelecendo uma ordem de dominância. No entanto, existem diversas situações de não dominância em que o ranking é sensível a pequenas mudanças de opinião do gestor.



The image displays two screenshots of a software interface titled "Análise de robustez". Each screenshot shows a comparison matrix between two states (left column) and several criteria (top row). The criteria are DP, PI, NE, NU, and PIB. The comparison is based on three methods: ordinal, MACBETH, and cardinal. The results are indicated by symbols: red triangles (▲) for dominance, green plus signs (+) for non-dominance, and question marks (?) for uncertain results. Below the matrix, there are control panels for "Informação local" and "Informação global" with checkboxes and sliders for each criterion.

Após essas informações, observa-se que o Maranhão e Piauí não tem dominância estabelecida. Logo, pequenas mudanças podem afetar o ranking das alternativas em relação ao decisor. Nas próximas análises, de acordo com a soma ponderada e respeitando os limites do Macbeth, Piauí continua dominante em relação aos demais estados. Já o Amapá e Acre podem apresentar mudanças com pequenas variações. Assim como, Acre e Rondônia podem ter mudanças com as pequenas variações. Com o ranking estabelecido, mas não se pode garantir que o ranking seja invariante entre esses dois estados com pequenas variações de opinião do decisor.

## 5. Conclusão

As políticas públicas brasileiras precisam de novas ferramentas de apoio ao decisor, principalmente os gestores públicos com alinhamento a profissionais técnicos da área. A proposta desse trabalho foi revelar o melhor estado para abrigar a infraestrutura de um parque tecnológico em uma zona carente referente ao norte e nordeste do país. Os resultados revelaram, após uma reunião de critérios e avaliações, que o estado mais consistente em relação aos julgamentos obtidos foi o estado do Maranhão. Apesar do estado do Maranhão ter apresentado destaque, o norte e o nordeste precisam de investimentos para promover e incentivar a inovação tecnológica na região, pois sem esses incentivos a situação se torna ainda mais crítica na região.

O governo federal precisa realizar políticas de investimento a longo prazo. Para isso, esses incentivos precisam ter um cronograma para que possam preparar essas regiões carentes para um futuro promissor de investimento com suporte para o recebimento de um parque tecnológico. Porque, dadas as condições atuais, alguns estados não possuem nem as condições mínimas necessárias para a implementação de uma estrutura desse porte. Logo, os estados mais deficientes deveriam rever o plano de política de ciência e tecnologia fundamentado em pilares básicos como a promoção do desenvolvimento em conhecimento, pois esse é o principal pilar para agregar valor às empresas.

Após isso, o governo precisa ter políticas de incentivo para atrair empresas que sejam consolidadas para uma possível geração de renda e desenvolvimento econômico da região, e que assim, esse ecossistema carente possa ter condições para um possível recebimento de um parque. Por fim, se torna simples avaliar apenas numericamente os estados, uma vez que essas recomendações obtidas como sugestão de melhoria na política pública tecnológica não garantem o sucesso do empreendimento. Um parque tecnológico exige também um nível de amadurecimento cultural, principalmente no que se refere ao empreendedorismo, visto que há necessidade de engajamento de todo o ecossistema inovativo. Uma vez que os recursos dessa região são muito escassos, a filosofia de inovação é contraditória ao histórico da região.

## Referências

Bana e Costa, C.A.; De Corte, J.M. & Vansnick, J.C. (2005). On the mathematical foundations of macbeth. In: *Multicriteria Decision Analysis: state of the art survey* [edited by J.F. Greco and S.M. Ehrgott], Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London, 409-442