

19 a 21 de outubro Ponta Grossa - PR - Brasil

## **TOMADA DE DECISÃO DE PROJETOS TECNOLÓGICOS UTILIZANDO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)**

### **UTILIZE THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) METHODS IN DECISION MAKING OF TECHNOLOGICAL PROJECTS**

#### **ÁREA TEMÁTICA: ADMINISTRAÇÃO DA INFORMAÇÃO**

Irian Thais Costa, UFPR, Brasil, iriancosta@gmail.com

Janaine Daiane Rodrigues, UTFPR, Brasil, janainerodrigues@alunos.utfpr.edu.br

Daiane Maria de Genaro Chiroli, UTFPR, Brasil, daianechiroli@utfpr.edu.br

#### **RESUMO**

O presente artigo mostra um estudo realizado acerca do processo de seleção de ideias para a pré-incubação da Incubadora de Inovações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa. Utilizou-se os métodos para tomada de decisão Analytic Hierarchy Process (AHP) para comparar a classificação dos projetos concorrentes feita pela ficha de avaliação padrão criada pela instituição para o processo, com a nova ficha gerada aplicando o método multicritério. Para a eficácia da importância de cada critério realizou-se uma entrevista com a gestora da Incubadora afim de obter informações confiáveis e relevantes na aplicação do método.

*Palavras chaves:* AHP, projetos tecnológicos, Inovação, multicritério.

#### **ABSTRACT**

The present article shows a study about the process of selection of ideas for the pre - incubation of the Incubadora de Inovações (IUT) of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa. The Analytic Hierarchy Process (AHP) and TOPSIS were used to compare the classification of the competing projects made by the standard assessment sheet of the institution created for the process, with the new chip generated by applying the multicriterium method. For the effectiveness of the importance of each criterion an interview was conducted with the manager of the IUT in order to obtain reliable and relevant information in the application of the method.

*Keywords:* AHP, technological projects, Innovation, multi-criteria;

#### **1 INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, as áreas políticas e econômicas têm voltado seus interesses para as estruturas tecnológicas. O objetivo das políticas industriais e de inovação tem deixado de ser apenas instrumentos para apoio, e se transformado em modificar e melhorar o ambiente de competição

entre as organizações, através da criação de incubadoras de empresas que possuam infraestrutura tecnológica.

Infraestrutura tecnológica pode ser entendida como um aglomerado de arranjos institucionais organizados para que se faça possível disseminar o conhecimento e a tecnologia para organizações, permitindo que com isso, seja possível desenvolver suas competências tecnológicas na cadeia produtiva e logística (Vedovello, Figueiredo, 2005).

Se tratando de infraestrutura tecnológica, as incubadoras de empresas têm um papel de suma importância na inovação, pois é por meio delas que se torna possível englobar políticas e indivíduos visando unir esforços e recursos para que se assim, se promova um ambiente econômico que permita o desenvolvimento social e econômico de forma sustentável e competitivo.

Ao falarmos de incubadora, nota-se que a literatura é vasta, pois existem inúmeras abordagens sobre o tema. Como por exemplo a analítica, que frisa as dificuldades de se encontrar uma definição para incubadora, visto que as mesmas possuem características próprias e diversas para cada tipo de operação, tal como suas peculiaridades do ambiente que está inserida (Vedovello, 2001).

Existem vários tipos de incubadora, como por exemplo incubadoras comerciais independentes que visam desenvolver atividades para suas próprias produções, incubadoras regionais unidas com governos locais que visam o desenvolvimento regional, as intra-empresariais que visam o processo de pesquisa e desenvolvimento - P&D, as incubadoras virtuais que visam construir plataformas e redes de acesso para investidores e consultores, e as incubadoras vinculadas à Universidades, que são o berço das inovações e tecnologia de ponta, sendo esta que será tratada no presente trabalho.

Em paralelo com as incubadoras, há o crescimento emergente de empresas que possuem alto grau de inovação, as chamadas *startups*. *Startup* é definida com um grupo de indivíduos que buscam um modelo de negócio repetível e escalável, sendo que estes convivem num ambiente de incerteza (Blank, 2012).

Com as *Startups* vem as aceleradoras, que são organizações que tem por objetivo dar apoio e aceleração aos processos de desenvolvimento de empreendedores, através de mentorias por um determinado período de tempo (Pauwels, 2015).

Sendo assim é possível notar que incubadora, aceleradora e *startups* fazem o pilar das inovações, sendo o centro do empreendedorismo. Logo, nesse trabalho será tratado como se dá a seleção de projetos para pré-incubação no Programa StartUT da Incubadora de Inovações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa, tal como a aplicação dos requisitos do mesmo, utilizando o métodos de tomada de decisão AHP. Métodos de decisão (MCDM) podem ajudar os tomadores de decisão a resolver problemas onde vários objetivos precisam ser satisfeitos simultaneamente (Aragão et al, 2020).

Para um bom entendimento de todos os processos que irão ser abordados nesse trabalho, serão explicados alguns conceitos sobre os métodos multicritério de apoio à tomada de decisão em problemas de seleção de fornecedores, e como sua aplicação pode determinar e priorizar os critérios mais relevantes na escolha da melhor alternativa para a solução de um problema.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Nas seguintes seções, serão explorados conceitos acerca do que é uma incubação, uma pré incubação e a função de uma incubadora, bem como métodos de decisão multicritérios, e o método AHP e suas aplicações no presente trabalho.

### **2.1 Pré-incubação, incubação e incubadoras**

De maneira geral, entende-se como incubação o período de tempo de cerca de dois anos, onde um projeto é instalado em um ambiente, se tornando uma pessoa jurídica, com CNPJ, e que durante esse tempo, consegue gerar receita para cobrir os custos operacionais e lucros. Já a pré-incubação é o período de tempo em que antecede a criação da empresa, sendo que esse tempo é utilizado para desenvolver e amadurecer a ideia da empresa. As incubadoras normalmente fornecem estrutura para apoio de empresas de pequeno porte, oferecendo serviços de consultoria, e auxílio na viabilidade econômica, financeira e tecnológica para o empreendimento (Vedovello, Figueiredo, 2005; Oliveira, Barbosa, 2014).

As incubadoras são normalmente criadas e mantidas por entidades governamentais ou instituições de ensino, visando criar ambiente propício para o empreendedorismo e inovação, sendo que o modelo de incubadora é baseado em diversos fatores de existência, tais como se já existem incubadoras na região de atuação, se há estrutura para viabilizar os possíveis projetos, como ocorre a saída da pré-incubação para a incubação de fato. A pré-incubação é um processo que pode estar vinculada a uma incubadora ou não.

O ambiente inovador proporcionado pelas incubadoras, permite que se desenvolva um potencial empreendedorismo tecnológico, onde envolve a geração de ideias e inovações, com o surgimento de empresas sustentadas por produtos e serviços de base tecnológica (Ndonzuau et al., 2002; Castells, Hall, 1994)

## **2.2. Métodos de decisão multicritérios**

Tomar decisões nem sempre é fácil, pelo fato de existir vasta quantidade de informações sobre todos o processo decisório, com isso, há a necessidade de estruturar a metodologia para que a tomada de decisão seja mais eficiente e assertiva. Assim, os métodos multicritérios de tomada de decisão, tomam um papel de apoio se baseando em ferramentas e modelos matemáticos que permitem se ter resoluções de problemas eficientes (Brans, Mareschal, 2005).

Os métodos de decisão que consideram o uso de mais de um critério para avaliação de uma ou mais alternativas são definidos como métodos de decisão multicritério (ou Métodos MCDM – *Multicriteria Decision Making*) (Roy, 1996; Almeida, 2013). Esses métodos são um importante conjunto de ferramentas para abordar difíceis decisões em organizações porque auxiliam os gestores em situações de incerteza, complexidade e objetivos conflitantes, fornecendo ao usuário classificações e rankings das informações (Wang, 2010; Saaty, Vargas, 2012).

O grande ponto positivo da utilização de Métodos Multicritérios de Tomada de Decisão e outros métodos, está justamente no fato de que se consideram inúmeros aspectos, bem como é avaliado as ações que se baseiam em conjuntos de critérios, derivando uma função matemática para cada conjunto, visando medir ou mensurar o desempenho de cada ação (Ensslin, 2001; Briozo, Musetti, 2015).

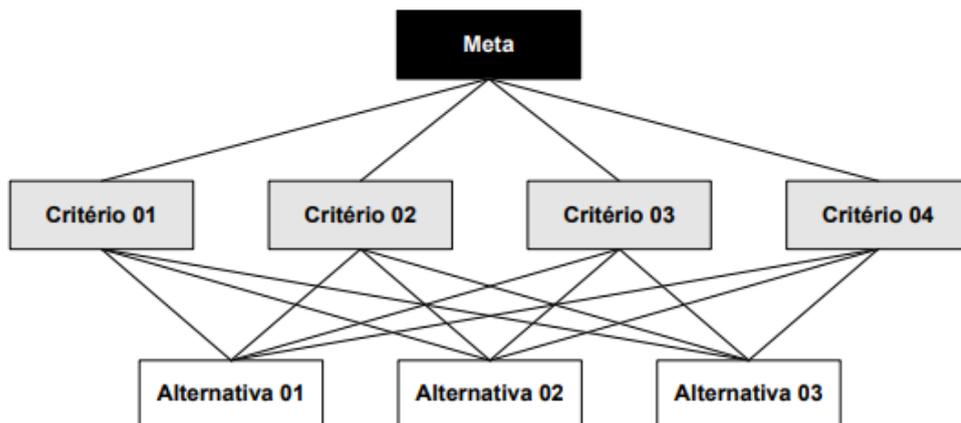
Segundo De Boer, Wegen e Telgen (1998), esses métodos contribuem na eficiência da tomada de decisão, permitindo processamento mais rápido e automatizado dos dados. O método baseia-se em avaliar algumas alternativas segundo critérios definidos, fazendo com que haja uma ordenação das alternativas, necessitando de mecanismos que façam um ranking, a fim de encontrar a melhor solução (Kahraman, 2008).

Pode-se citar alguns dos métodos mais utilizados, como o *Analytic Hierarchy Process*, *Analytic Network Process*, *TOPSIS*, *ELECTRE*, *PROMETHEE*, entre outros, porém o presente trabalho focará na descrição e utilização do *Analytic Hieracrchy Process* (AHP) (Viana, Alencar, 2012).

### **2.2. Analytic Hierarchy Process (AHP)**

O método AHP é um modelo matemático que pertence aos métodos multicritérios, sendo aplicado na teoria de decisão, a partir de variáveis e critérios que são analisados para definir o melhor resultado ou decisão, a partir de uma representação dos elementos do processo.

(Bhushan; Rai, 2004). Esse método inicia na definição do problema ou objetivo, levantamento dos critérios e subcritérios que tem impacto na tomada de decisão, bem como a identificação das alternativas que permitam cumprir o objetivo, como também a comparação entre os pares, definição de prioridades e o cálculo dos índices para os critérios (Saaty, 2008; Vaidya, Kumar, 2006). De maneira simplificada, inicialmente se decompõe o problema em uma hierarquia de critérios que são analisáveis e comparáveis de modo independente (Figura 1). A partir do momento em que essa hierarquia lógica está construída, os tomadores de decisão avaliam sistematicamente as alternativas por meio da comparação, de duas a duas, dentro de cada um dos critérios. Essa comparação pode utilizar dados concretos das alternativas ou julgamentos humanos como forma de informação subjacente (Saaty, 2008).



**Figura 1.** Hierarquia de critérios e alternativas

Fonte: Adaptado de Saaty, 2008

O AHP transforma as comparações em valores numéricos que são analisados e comparados, permitindo uma avaliação de cada elemento dentro da hierarquia seguindo o peso que lhe foi atribuído. Essa capacidade de converter dados empírico em modelos matemáticos é o principal diferencial do AHP com relação a outras ferramentas comparativas (Vargas, 2010).

A escala de relativa importância entre duas alternativas proposta por Saaty (2005) é a mais utilizada nos atuais estudos, onde são atribuídos valores que variam entre 1 a 9, e a escala determina a importância relativa entre as alternativas, conforme apresentado na Tabela 1.

ESCALA	AVALIAÇÃO NUMÉRICA	RECÍPROCO
<b>Extremamente preferido</b>	9	1/9
Muito forte a extremo	8	1/8
<b>Muito fortemente preferido</b>	7	1/7
Forte a muito forte	6	1/6
<b>Fortemente preferido</b>	5	1/5
Moderado a forte	4	1/4
<b>Moderadamente preferido</b>	3	1/3
Igual a moderado	2	1/2
<b>Igualmente preferido</b>	1	1

**Tabela 1.** Escala de relativa importância de Saaty (2005)

Usualmente procura-se utilizar os números ímpares da tabela para assegurar razoável distinção entre os pontos da medição. O uso dos números pares só deve ser adotado quando existir a necessidade de negociação entre os avaliadores e quando o consenso natural não for obtido,

gerando a necessidade de determinação de um ponto médio como solução negociada (Saaty, 1980).

A determinação da contribuição de cada critério na meta organizacional é calculada a partir do vetor de prioridade ou vetor de Eigen. O vetor de Eigen apresenta os pesos relativos entre os critérios e é obtido de modo aproximado através da média aritmética dos valores de cada um dos critérios. Os valores encontrados para o vetor de Eigen têm significado físico direto no AHP. Ele determina a participação ou o peso daquele critério no resultado total da meta (Vargas, 2010).

O próximo passo do processo é verificar a inconsistência dos dados. A verificação visa captar se os tomadores de decisão foram consistentes nas suas opiniões para a tomada de decisão (Teknomo, 2006). O cálculo do índice de consistência (Saaty, 2005) é dado pela seguinte equação:

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Onde CI é o índice de consistência, n é o número de critérios avaliados e  $\lambda_{Max}$  o número principal de Eigen ( $\lambda_{Max}$ ).

Visando verificar se o valor encontrado do índice de consistência (CI) é adequado, (Saaty, 2005) propôs o que foi chamado de taxa de consistência (CR). Ela é determinada pela razão entre o valor do índice de consistência (CI) e o índice de consistência aleatória (RI). A matriz será considerada consistente se a razão for menor que 10%, conforme a expressão:

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0.1 \sim 10\% \quad (2)$$

Onde, RI é um valor constante e depende da dimensão da matriz que se está comparando, ou seja, do número de critérios avaliados, conforme a Tabela 2.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

**Tabela 2.** Índices de consistência aleatória

Do ponto de vista do AHP, é desejável que a RC de qualquer matriz de comparação seja menor ou igual a 0,10 (10%), o que seria considerada consistente. Quanto maior o resultado de CR, mais inconsistente é a matriz. Para valores maiores que 0,10 recomenda-se uma revisão da matriz de comparação (Cruz, 2013).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

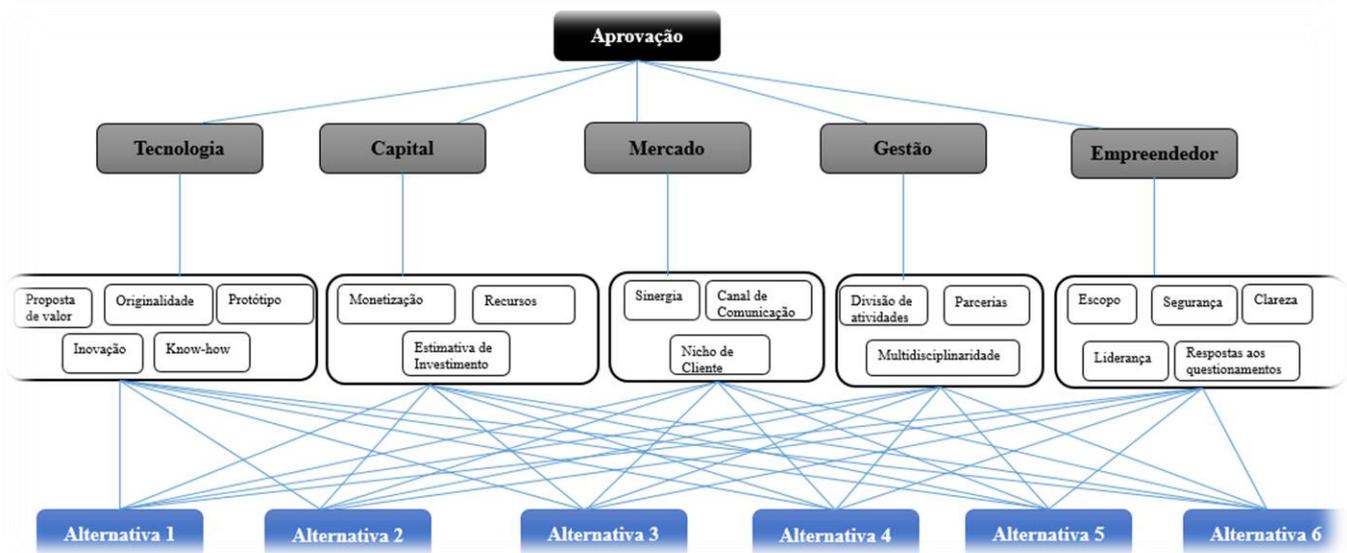
Com base na proposta inicial deste artigo, este estudo visa aplicar o método *Analytic Hierarchy Process (AHP)* como ferramenta de priorização de dados e apoio na tomada de decisão, tornando possível a escolha da melhor alternativa dentre os projetos disponíveis para a incubadora. De forma a gerar dados significativos para a aplicação do método multicritérios realizou-se uma entrevista com a gestora da incubadora onde a mesma escolheu o processo de seleção 2017-1 do StartUP para análise que ao final o resultado seria comparado com o obtido pelo sistema de notas de avaliação que é utilizado com o resultado gerado pelo método AHP.

A Figura 2 demonstra a identificação das alternativas, nomeadas como Projeto pois se tratam de dados sigilosos do processo de seleção da incubadora.

ALTERNATIVAS	DENOMINAÇÃO
A1	Projeto 5
A2	Projeto 6
A3	Projeto 4
A4	Projeto 1
A5	Projeto 3
A6	Projeto 2

**Figura 2.** Alternativas de projetos disponíveis

Posteriormente são apresentados os critérios que foram determinados para classificar os projetos, e de forma a melhor compreender como os critérios foram classificados, tem-se a Figura 3, onde se demonstra a hierarquia proposta pelos critérios, subcritérios, correlacionando com as alternativas disponíveis para a tomada de decisão. Criou-se essa hierarquia por meio da análise feita na ficha de avaliação do processo de seleção para pré – incubação de acordo com as informações fornecidas pela gestora.



**Figura 3.** Hierarquia das alternativas de projetos disponíveis

A hierarquia construída possui como meta a Aprovação no processo de pré-incubação, também constitui-se de cinco critérios sendo eles: Tecnologia, Capital, Mercado, Gestão e Empreendedor. Durante o processo cada critério é tratado como um eixo, eixo esse que os projetos precisam atender algumas características que na hierarquia são encontradas como subcritérios.

O critério Tecnologia tem como subcritérios proposta de valor, originalidade, protótipo, inovação e *know-how*, dessa maneira julga-se o projeto ter caráter tecnológico e se encaixa nos moldes dos projetos atendidos pela incubadora.

O critério Capital possui como subcritérios monetização, recursos e estimativa de investimento, analisando se o projeto tem sua implementação viável. Já o critério Mercado tem como

subcritérios sinergia, canal de comunicação e nicho de cliente, de maneira a analisar se o projeto se enquadra em alguma mercado e será aceito pelo mesmo. O critério Gestão possui os subcritérios divisão de atividades, parcerias e multidisciplinaridade, afim de analisar a forma em que o projeto é gerido pelos participantes da equipe. Por sua vez o critério Empreendedor possui como subcritérios escopo, segurança, clareza, liderança e respostas aos questionamentos, de forma a analisar o perfil empreendedor dos integrantes da equipe.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na presente seção, encontra-se o desenvolvimento e aplicação do método AHP e análise das alternativas.

##### 4.1 Desenvolvimento – Aplicação do Método AHP

O primeiro passo para a aplicação da metodologia foi analisar os critérios para a seleção destes projetos de pre-incubação. Neste processo, foi consultada a gestora da incubadora de inovações da UTFPR, juntamente com os avaliadores externos à incubadora, os quais analisaram, por meio da escala de importancia (Tabela 1), os pares de critérios, de modo a determinar a importância relativa e sua correlação com cada critério avaliado. A Tabela 3 apresenta os dados de peso relativo entre os critérios determinados pelos avaliadores dos projetos.

CRITÉRIOS	TECNOLOGIA	EMPREENDEDOR	MERCADO	GESTÃO	CAPITAL
TECNOLOGIA	1	2	3	4	5
EMPREENDEDOR	1/2	1	2	3	3
MERCADO	1/3	1/2	1	2	3
GESTÃO	1/4	1/3	1/2	1	2
CAPITAL	1/5	1/3	1/3	1/2	1
SOMA	2,28	4,17	6,83	10,50	14,00

**Tabela 3.** Matriz comparativa do grupo Critérios

Em seguida, a matriz de comparação do grupo Critérios foi normalizada, dividindo-se cada valor da tabela com o somatório de sua respectiva coluna. Os dados adquiridos com a normalização estão expressos na Tabela 4.

NORMALIZADA	TECNOLOGIA	EMPREENDEDOR	MERCADO	GESTÃO	CAPITAL
Tecnologia	0,437956	0,480000	0,439024	0,380952	0,357143
Empreendedor	0,218978	0,240000	0,292683	0,285714	0,214286
Mercado	0,145985	0,120000	0,146341	0,190476	0,214286
Gestão	0,109489	0,080000	0,073171	0,095238	0,142857
Capital	0,087591	0,080000	0,048780	0,047619	0,071429

**Tabela 4.** Matriz comparativa normalizada do grupo Critérios

Calculando-se a média aritmética em cada linha da matriz normalizada pode-se determinar a contribuição de cada critério na meta global, determinando assim o vetor prioridade (Eigen). Para o cálculo do número principal de Eigen ( $\lambda_{Max}$ ), determinou-se inicialmente a média das consistências e multiplicou-se pela soma de sua respectiva coluna. Os resultados estão

expressos na Tabela 5, junto da análise de inconsistência dos dados, expressos pelas expressões (1) e (2) apresentadas anteriormente.

VETOR PRIORIDADE	SOMA	$\lambda_{\text{máx}}$
0,419015	2,28	5,107249857
0,250332	4,17	IC
0,163418	6,83	0,026812464
0,100151	10,50	RC
0,067084	14,00	0,0239397

**Tabela 5.** Cálculo do Eigen ( $\lambda_{\text{máx}}$ )

Da mesma maneira que foi realizada a priorização dos critérios, os subcritérios são comparados dois a dois, dentre de cada critério estabelecido, a Tabela 6 apresenta essa análise para o critério Tecnologia.

TECNOLOGIA	INOVAÇÃO	PROPOSTA DE VALOR	ORIGINALIDADE	KNOW-HOW	PROTÓTIPO
Inovação	1	2	2	3	5
Proposta de valor	1/2	1	2	3	4
Originalidade	1/2	1/2	1	2	3
Know-how	1/3	1/3	1/2	1	2
Protótipo	1/5	1/4	1/3	1/2	1
<b>SOMA</b>	2,53	4,08	5,83	9,50	15,00

**Tabela 6.** Critério Tecnologia

De forma a avaliar a priorização dos critérios para o critério Empreendedor elaborou-se a Tabela 7.

EMPREENDEDOR	ESCOPO	LIDERANÇA	SEGURANÇA	CLAREZA	RESPOSTA AOS QUESTIONAMENTOS
Escopo	1	2	3	3	5
Liderança	1/2	1	1	3	4
Segurança	1/3	1	1	3	3
Clareza	1/3	1/3	1/3	1	2
Resposta aos questionamentos	1/5	1/4	1/3	1/2	1

<b>TOTAL</b>	2,37	4,58	5,67	10,50	15,00
--------------	------	------	------	-------	-------

**Tabela 7.** Critério Empreendedor

De forma análoga, a Tabela 8 mostra a priorização de critérios para o critério Mercado. O eixo “Critério Empreendedor” diz respeito à .....

<b>MERCADO</b>	<b>NICHO DE CLIENTE</b>	<b>SINERGIA</b>	<b>CANAL DE COMUNICAÇÃO</b>
Nicho de cliente	1	2	3
Sinergia	½	1	3
Canal de comunicação	1/3	1/3	1
<b>TOTAL</b>	1,83	3,33	7,00

**Tabela 8.** Critério Mercado

A Tabela 9 demonstra a priorização de critérios para o critério Gestão.

<b>GESTÃO</b>	<b>MULTIDISCIPLINARIDADE</b>	<b>DIVISÃO ATIVIDADES</b>	<b>DE PARCERIAS</b>
Multidisciplinaridade	1	2	3
Divisão de atividades	1/3	1	2
Parcerias	1/3	1/2	1
<b>TOTAL</b>	1,67	3,50	6,00

**Tabela 9.** Critério Gestão

De maneira a demonstrar a priorização de critérios para o critério Capital elaborou-se a tabela 10.

<b>CAPITAL</b>	<b>MONETIZAÇÃO</b>	<b>ESTIMATIVA DE INVESTIMENTO</b>	<b>RECURSOS</b>
Monetização	1	2	3
Estimativa de investimento	1/2	1	2
Recursos	1/3	1/2	1
<b>TOTAL</b>	1,83	3,50	6,00

**Tabela 10.** Critério Capital

Como resultado na priorização do grupo de critérios, fica evidente que o critério Tecnologia é o critério mais relevante dentre o grupo, ou seja, ele é o critério que mais contribui para a meta global. O critério que menos contribui é o critério de Capital. Com a árvore estruturada e as prioridades dos critérios estabelecidas, é possível determinar como cada alternativa proposta comporta-se em relação aos critérios estabelecidos. Por meio deste resultado parcial, percebe que os valores numéricos condizem com a prioridade da incubadora, que é subsidiar mecanismos de ajuda para criação de negócios de base tecnológica.

## 4.2 Análise de Alternativas

Da mesma maneira que foi realizada a priorização dos critérios, as alternativas são comparadas paritariamente, dentre de cada critério e subcritério estabelecido, e em seguida foi feito sua normalização e verificação do índice de consistência. A tabela 11 apresenta como a comparação foi realizada.

PROPOSTA DE VALOR	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1	2	4	5	3	1
A2	½	1	3	4	5	3
A3	¼	1/3	1	2	4	5
A4	1/5	1/4	1/2	1	3	2
A5	1/3	1/5	1/4	1/3	1	2
A6	1	1/3	1/5	1/2	1/2	1
<b>SOMA</b>	3,28	4,12	8,95	12,83	16,50	14,00

**Tabela 11.** Subcritério Proposta de valor na comparação das alternativas

De forma a seguir a metodologia apresentada pelo método AHP realizou-se a normalização da tabela Subcritério Proposta de Valor, a Tabela 12 apresenta essa normalização

NORMALIZADA	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	0,304568528	0,48582996	0,446927374	0,38961039	0,18182	0,07142857
A2	0,152284264	0,24291498	0,335195531	0,311688312	0,30303	0,21428571
A3	0,076142132	0,08097166	0,111731844	0,155844156	0,24242	0,35714286
A4	0,060913706	0,060728745	0,055865922	0,077922078	0,18182	0,14285714
A5	0,101522843	0,048582996	0,027932961	0,025974026	0,06061	0,14285714
A6	0,304568528	0,08097166	0,022346369	0,038961039	0,0303	0,07142857

**Tabela 12.** Normalização do subcritério Proposta de Valor

De maneira a verificar por meio do vetor prioridade a análise consistência elaborou-se a Tabela 13.

VETOR PRIORIDADE	SOMA	$\lambda_{\text{máx}}$
<b>0,313363834</b>	3,28	5,1684615
<b>0,259899851</b>	4,12	IC
<b>0,170709482</b>	8,95	0,0987456
<b>0,096684296</b>	12,83	RC
<b>0,067912671</b>	16,50	0,079633548
<b>0,091429866</b>	14,00	

**Tabela 13.** Vetor prioridade e análise de consistência

## 4.2 Resultados do AHP

A análise detalhada e pareada de todos os critérios e subcritérios, junto da análise com todas as alternativas de projetos, seguindo o peso de avaliação dado pelos responsáveis pela incubadora e levando em conta o Vetor Eigen encontrado em cada análise de subcritério, resultou no Vetor de Prioridade Global de cada critério.

A Tabela 18 representa o resultado obtido com a utilização do método AHP aplicando o vetor de prioridade global para o critério Tecnologia.

<b>VETOR EIGEN</b>	<b>0,375303</b>	<b>0,273516</b>	<b>0,180354</b>	<b>0,107504</b>	<b>0,063323</b>	
Subcritérios	Proposta de valor	Inovação	Originalidade	Know-how	Protótipo	Vetor P. Global
A1	0,117606244	0,081407	0,056916	0,030087	0,025126	0,311142
A2	0,097541075	0,069506	0,036644	0,036074	0,016503	0,256267
A3	0,064067702	0,045075	0,057487	0,021898	0,009052	0,197579
A4	0,036285862	0,028795	0,020484	0,011262	0,006155	0,102982
A5	0,025487798	0,022348	0,012743	0,009025	0,006037	0,075641
A6	0,034313861	0,024395	0,010356	0,004763	0,003131	0,076960

**Tabela 18.** Vetor de prioridade global Tecnologia

Para a aplicação do vetor de prioridade global para o critério Empreendedor obteve-se os resultados apresentados na Tabela 19.

<b>VETOR EIGEN</b>	<b>0,409588</b>	<b>0,239230</b>	<b>0,212739</b>	<b>0,101790</b>	<b>0,063323</b>	
Subcritérios	Escopo	Liderança	Segurança	Clareza	Respostas	Vetor P. Global
A1	0,15210	0,08884	0,08340	0,03242	0,02251	0,37927
A2	0,10614	0,06199	0,04564	0,02494	0,01641	0,25512
A3	0,06527	0,03812	0,03931	0,02378	0,00686	0,17335
A4	0,03845	0,02246	0,01717	0,01381	0,00594	0,09783
A5	0,02761	0,01612	0,01564	0,00767	0,00531	0,07236
A6	0,02002	0,01169	0,01004	0,00450	0,00377	0,05002

**Tabela 19.** Vetor de prioridade global Empreendedor

Para a aplicação do vetor de prioridade global para o critério Mercado obteve-se a Tabela 20.

<b>VETOR EIGEN</b>	<b>0,524675</b>	<b>0,333766</b>	<b>0,141558</b>	
Subcritérios	Nicho de cliente	Sinergia	Canal de comunicação	Vetor P. Global
A1	0,1610405	0,0905486	0,0423201	0,2939092
A2	0,1266473	0,0865874	0,0392791	0,2525137
A3	0,1019492	0,0787400	0,0222018	0,2028910

A4	0,0625103	0,0258555	0,0199774	0,1083432
A5	0,0414714	0,0325639	0,0120487	0,0860840
A6	0,0310566	0,0206605	0,0076852	0,0594023

**Tabela 20.** Vetor de prioridade global Mercado

Para a aplicação do vetor prioridade global para o critério Gestão obteve-se a tabela 21.

<b>Vetor Eigen</b>	<b>0,557143</b>	<b>0,273016</b>	<b>0,169841</b>	
Subcritérios	Multidisciplinaridade	Divisão de atividades	Parcerias	Vetor P. Global
A1	0,199109	0,108101	0,049816	0,357027
A2	0,143451	0,064070	0,045057	0,252579
A3	0,098346	0,046827	0,020336	0,165508
A4	0,060813	0,027280	0,019068	0,107161
A5	0,031522	0,016239	0,017855	0,065616
A6	0,023902	0,012375	0,013667	0,049944

**Tabela 21.** Vetor de prioridade global Gestão

Por sua vez para o critério Capital na aplicação do vetor de prioridade global obteve-se a Tabela 22.

<b>VETOR EIGEN</b>	<b>0,538961</b>	<b>0,297258</b>	<b>0,163781</b>	
Subcritérios	Monetização	Estimativa de investimento	Recursos	Vetor P. Global
A1	0,154427	0,093614	0,040891	0,288932
A2	0,155398	0,076686	0,050995	0,283079
A3	0,110184	0,050770	0,035381	0,196335
A4	0,064106	0,040021	0,015037	0,119164
A5	0,036526	0,015214	0,009693	0,061433
A6	0,018321	0,016336	0,007496	0,042153

**Tabela 22.** Vetor de prioridade global Capital

Após a realização e demonstração do Vetor de prioridade de cada critério, foi possível analisar os dados encontrados, comparando-os com os vetores prioridades demonstradas pela Tabela 5. Essa análise comparativa foi utilizada para auxiliar na tomada de decisão final, sendo possível a criação de um ranking com os projetos avaliados, elencando em ordem crescente o peso dos projetos que seriam melhor utilizados e aproveitados na incubadora. A tabela 23 demonstra os resultados encontrados.

PROJETO	TECNOLOGIA	EMPREENDEDOR	MERCADO	GESTÃO	CAPITAL	TOTAL	RANKING
A1	0,3111	0,3793	0,2939	0,3570	0,2889	0,3285	1
A2	0,2563	0,2551	0,2525	0,2526	0,2831	0,2568	2
A3	0,1976	0,1734	0,2029	0,1655	0,1963	0,1891	3
A4	0,1030	0,0978	0,1083	0,1072	0,1192	0,1041	4
A5	0,0756	0,0724	0,0861	0,0656	0,0614	0,0746	5
A6	0,0770	0,0500	0,0594	0,0499	0,0422	0,0623	6

**Tabela 23:** Ranking das alternativas

Após a aplicação do método de tomada de decisão AHP pode-se comparar com o resultado sem a utilização do método de tomada de decisão, ou seja, resultado obtido da análise com o gerado pela ficha de avaliação da incubadora de inovações, essa comparação é apresentada pela Tabela 24.

COLOCAÇÃO	RANKING AHP	RANKING FICHA
1°	Projeto 5	Projeto 5
2°	Projeto 6	Projeto 4
3°	Projeto 4	Projeto 3
4°	Projeto 1	Projeto 6
5°	Projeto 3	Projeto 1
6°	Projeto 2	Projeto 2

**Tabela 24:** Comparação resultados AHP e Ficha Incubadora

Pode-se verificar que o projeto que ficou em primeiro lugar nas duas análises é o mesmo, assim como o último colocado, deve-se salientar que os avaliadores dos processos de seleção para a pré-incubação são pessoas especialistas em suas áreas e que por muitas vezes podem levar em consideração alguns critérios empíricos que não são abordados ao se utilizar um método de tomada de decisão.

Vale salientar que no processo os candidatos devem alcançar uma nota mínima para serem aprovados, esse aspecto não foi trabalhado no método utilizado nesse trabalho. A partir dessa análise pode-se concluir que o método utilizado para a Incubadora de Inovações é eficaz pois a colocação dos candidatos não sofreu grandes alterações, comparado com a utilização de um método multicritério que em sua essência as escolhas são realizadas por meio de cálculos matemáticos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou uma metodologia eficaz no processo de tomada de decisões para classificar projetos de pré-incubação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O método AHP permitiu uma avaliação mais criteriosa em relação a cada critérios e subcritérios, e considerou a ponderação dos critérios para a avaliação dos projetos.

Embora anteriormente a incubadora não fizesse essa análise, o que se pode considerar é que o instrumento de avaliação permitia também uma avaliação eficaz dos projetos, no entanto, pelo

fato de não realizar a ponderação, caso houvesse limite de vaga para os projetos, possivelmente os mais tecnológicos poderiam ficar de fora no processo decisório de seleção. Assim, justificase a importância de utilizar métodos multicritérios, permitindo maior robustez no processo decisório.

Como propostas de trabalhos futuros, sugere-se utilizar métodos híbridos para a seleção de projetos, uma vez que poderão facilitar o entendimento do modelo. Sugere-se também o uso desta metodologia para classificar os projetos de incubação da referida intuição.

## REFERÊNCIAS

- Aragão, Franciely F. VelozoV., Zola, Fernanda F. CavicchioliC. Zola, Marinho, Luis H.enrique NNogueira Marinho, Chirolí, Daiane D. M.aria de G.,enaro Braghini, Chirolí, A.Ido Braghini Junior, Colmenero, e J. oão Carlos Colmenero. (2020) "Escolha de veículos aéreos não tripulados para identificação de criadouros de mosquitos." *Saúde Geoespacial* 15, no. 1. (2020).
- Bhushan, N.; Rai, K (2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. New York: Springer
- Castells, M., Hall, P. (1994). "Technopoles Of The World: The Making of 21st Century Industrial Complexes", Routledge, London, England.
- Cruz, R. R.; Barreto B.; Castelo da. (2013) *Aplicação de Modelo de Decisão Multicritério para apoio às tomadas de decisão na incorporação de edifícios comerciais de pequeno porte*. 2013. 126 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo.
- Krohling, A, Souza, R, Talles T.m. de. (2011) *Dois Exemplos da Aplicação da Técnica TOPSIS para Tomada de Decisão*. *Revista de Sistemas de Informação da Fsm*, Macae - Rj, n. 8, p.31-35, 2 nov. 2011.
- Ndonzuau, F. N. Pirnay, F. Surlemont, B. (2002) "A Stage Model of Academic Spin-off Creation". *Technovation*, Vol. 22, p.281-289.
- Oliveira, J.de.; Barbosa, M. de L. (2014) *Processo de Seleção de Pré-Incubação: sob a batuta da subjetividade*. VII Encontro de Estudos em Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas - EGEPE. Goiânia.
- Roy, B. (1996) *Multicriteria methodology for decision aiding*. Dordrecht: Kluwer, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-2500-1>
- Saaty, T. L (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill International.
- Saaty, T. L. (1991). *Método de análise hierárquica*. São Paulo: Makron Books
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Saaty, T. L. (2008). *Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors - The Analytic Hierarchy/Network Process*. Madrid: Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics. Disponível em: . Acesso em 04 jul. 2013
- Teknomo, K. (2006). *Analytic Hierarchy Process (AHP) Tutorial*. Disponível em: . Acesso em: 18 mar. 2013.
- Vargas, R. (2010). *Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio*. PMI Global Congress, North America, Washington–DC – EUA, 22p. Disponível em: . Acesso em: 18 mar. 2013
- Vedovello, C; Figueiredo, P. N. (2005) *Incubadora de inovação: que nova espécie é essa?* *RAE Eletrônica*, v.14, n.1, 2005.
- Wang, W. (2010) *A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation*. *Applied Mathematical Modelling*, v. 34, n. 10, p. 3130-3141, 2010.