

CARACTERIZAÇÃO DO MODELO DE PLANEJAMENTO E OPERAÇÃO DE REATORES NUCLEARES DE ENSINO, PESQUISA & PRODUÇÃO: APLICAÇÃO AO IEA-R1 IPEN-CNEN/SP

Aline A. Perini, Cassiane R. Jaroszewski, Anderson Z. Freitas

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP
Av. Professor Lineu Prestes, 2242
05508-000 São Paulo – SP
aline.perini@ipen.br

RESUMO

No Este estudo piloto é resultado de um projeto de doutorado em colaboração com CRPq (Centro do Reator de Pesquisas) e o NIT IPEN-CNEN/SP (Núcleo de Inovação Tecnológica do Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares da Comissão Nacional de Energia Nuclear) sob o campo do conhecimento da qualidade dos indicadores de C,T&I (Ciência, Tecnologia & Inovação). Instituições de alto nível de governança, reforçam e legitimam a função de desenvolvimento e inovação ante as

transformações científicas, tecnológicas, econômicas, sociais, históricas, políticas, geográficas, ambientais, produtivas ao longo do tempo. Coloca como cerne o papel da gestão ao mapear fenômenos da formação da identidade histórica ao passo que pavimentam os caminhos para a construção do futuro mais estrutural, alçado em tecnologias emergentes para soluções de problemas de cidades inteligentes. As tecnologias nucleares, de uso pacífico, apresentam propriedades de convergência e habilitadoras nos mais diversos pontos de sistemas produtivos. Utilizando-se informações divulgadas no Plano Diretor da AIEA (Agência Internacional de Energia Nuclear) e do IPEN de 2012 a 2018 aplicou-se metodologia DEA associada aos componentes principais da Tripla Hélice Híbrida, respaldada no equilíbrio das relações. Como resultado desta iniciativa, foram constatadas sinergias totais, evidenciando o fluxo da interface das relações entre Governo, Universidade e Indústria, propondo de forma inédita a aplicação metodológica conjunta DEA Tripla Hélice ao CRPq para regular transições entre passado e futuro das Instituições de Ciência e Tecnologia para países em desenvolvimento.

1. INTRODUÇÃO

Estudos do futuro têm sido referenciados na literatura como desafio estratégico em antecipar tendências e preparar as instituições de forma a aumentar a taxa de sobrevivência e permanecer ao longo do tempo minimizando efeitos colaterais sistêmicos e, exposição à vulnerabilidade do ambiente [1,5,10].

Nesta perspectiva, ao longo dos desdobramentos socioeconômicos foram propiciados diversos mecanismos administrativos, legais, econômicos, sociais, políticos e institucionais consistindo na trajetória para alavancar a economia de países em desenvolvimento na criação de sinergias, parcerias, redes e colaborações [2,3,4,9].

Diversas são as tecnologias convergentes e habilitadoras, ou tecnologias embarcadas no modelo chave-fechadura advindas das técnicas nucleares pacíficas, haja visto o marco de fundação do IEA-R1 e a trajetória institucional do IPEN-CNEN/SP protagonizando a oferta de soluções ao campo da saúde, especialmente ao diagnóstico e tratamento de câncer, reforçando e legitimando sua importância ao desenvolvimento social regional, nacional e internacional [7] neste campo científico.

Embora este estudo aponte interesse por estudos do futuro [1], preconizou de forma inédita a análise DEA (Análise Envolvória de Dados) [2,3,4] associada aos componentes principais G-U-I (Governo-Universidade-Indústria) do conjunto Tripla Hélice [4], relacionando os fatores produtivos e sinérgicos do CRPq. Foram

delineadas e caracterizadas as melhores práticas, colocadas à disposição de gestores públicos, desenvolvedores de políticas públicas, cientistas, empreendedores, estudantes e demais interessados.

A capacidade de planejar e compreender fenômenos do passado constitui-se um ferramental poderoso na criação de sinergia em ambientes dinâmicos na era do conhecimento [9]. Remarca a importância da visão estratégica da administração para a regular transição entre a identidade histórico-cultural e a complexidade da sociedade em seu entorno para o século XXI [1,4,9].

2. METODOLOGIA E RESULTADOS

O objetivo deste estudo piloto foi caracterizar o Centro do Reator Nuclear de Pesquisas (CRPq) de uma ICT (Instituição de Ciência e Tecnologia) do IPEN-CNEN/SP USP de forma a validar a aplicação conjunta dos modelos encontrados na literatura científica como mais bem estabelecida em *momentum* de transformações para países em desenvolvimento alinhada às políticas de cooperação para o desenvolvimento da AIEA (Agência Atômica Internacional) [6].

Por meio de método DEA comparativo longitudinal de dados disponíveis no Plano Diretor IPEN de 2012 a 2018, aplicou-se uma *proxy* de componentes principais G-U-I (Governo-Universidade-Indústria). Foram catalogadas as entradas (In) e saídas (out) de um sistema produtivo para diagnóstico da função expressa.

Os dados coletados manualmente do Plano Diretor IPEN foram inseridos em planilha eletrônica Excel® e auditados após consolidação. Suplementos para análise de dados e otimização da função foram aplicados. Realizou-se plotagem de gráfico de dispersão com o melhor cenário, expressando a função linear apresentada ao sistema produtivo do CRPq, bem como seu coeficiente de Determinação R^2 e coeficiente de correlação R .

Na plotagem, foi demarcada a fronteira de eficiência do sistema produtivo, envolvendo todo o conjunto de dados obtidos pela função DEA.

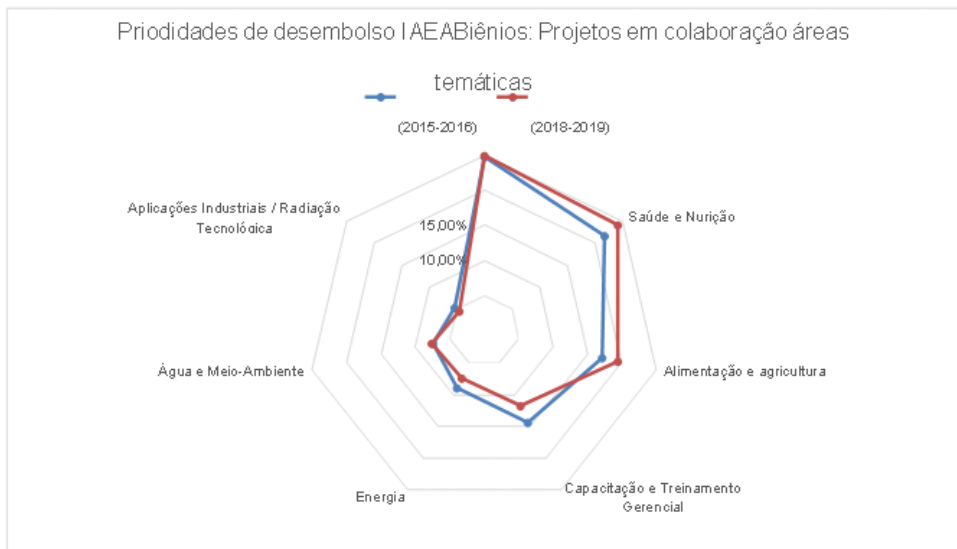
Para a classificação das *proxys*, foram realizadas análises do sistema mercadoria da teoria de recursos, de acordo com a literatura econômica contábil da economia do conhecimento e intangibilidade [1]. Quatro cenários foram construídos, valendo-se de entrada de dados no ano de 2012 apresentado resultados no mesmo ano em 2012 ($t = 0$). Os demais cenários foram elaborados considerando as entradas do sistema de 2012 com saídas do sistema nos anos de 2013 ou 2014 ou 2015, ou seja, $t+1$; $t+2$, $t+3$ respectivamente. A melhor correlação e simplificação da função linear foi apresentada no $t=0$. Os demais resultados foram descartados.

Por fim, foram compiladas tabelas para indicação do fluxo aos componentes principais G-U-I e cálculo dos índices de sinergia encontrados.

2.1. Resultados e Análise Envoltória de Dados

De acordo com dados do plano diretor da AIEA (Agência Internacional de Energia Atômica) [6], gráfico 1 foram mapeadas as áreas temáticas prioritárias dos biênios (2015- 2016) e (2018-2019) para cooperação e desenvolvimento de uso pacífico da tecnologia nuclear.

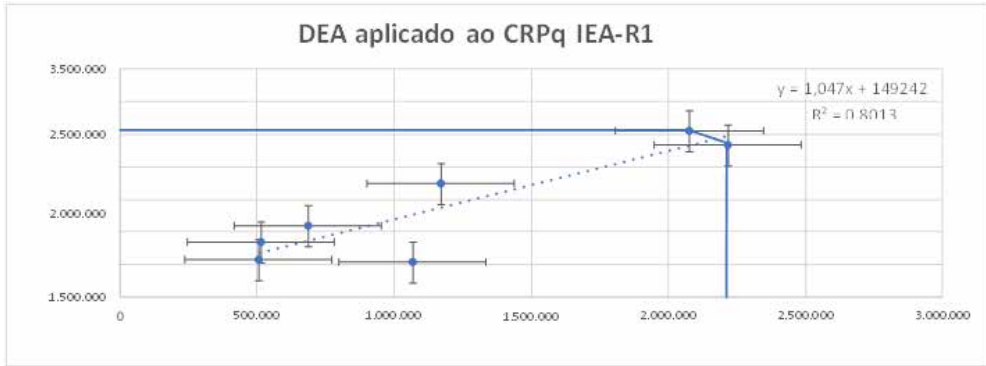
Figura 1 – Mapa de áreas temáticas prioritárias para cooperação e desenvolvimento da agência atômica internacional.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Utilizando dados do Plano Diretor CRPq IPEN-CNEN/SP de 2012 a 2018 aplicado a metodologia DEA foi gerado o Gráfico 2. A imagem da função $F(x)$ é representada pelo eixo “y”, denotando os resultados consolidados (out) ou saídas do sistema produtivo. O eixo “x” é representado pelas entradas consolidadas do sistema produtivo.

Figura 2 – DEA aplicado ao CRPq IEA-R1.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O cenário $t=0$ apresentou o coeficiente de determinação linear $R^2 = 0,8013$ e correlação $= 0,8951$. Ou seja, as entradas e saídas do Sistema produtivo do CRPq de 2012 a 2018 são computados dentro do mesmo ano. A relação entre entradas e saídas do sistema é explicada em 80,13% pelo algoritmo (1):

$$y = 1,047x + 149.242 \quad (1)$$

O Plano Diretor para cumprir com a função de planejamento, pode-se utilizar desta ferramenta para a construção de cenários futuros, conferindo linearidade temporal objetiva das decisões estratégicas do CRPq para construção de cenários futuros.

2.1.1. Aplicação componentes principais: DEA, Tripla Hélice e Sinergia

Dada a reta de regressão linear que estabelece a relação de equilíbrio entre os pontos o gráfico 1, ou seja, onde estabelece congruência de área, a medida de sinergia total foi calculada como o resultado das saídas(s) eixo (y, out) menos as entradas(s) eixo (x, in). A diferença entre produtividade e eficiência é que a eficiência expressa a relação ótima entre recursos consumidos e resultados gerados, enquanto a sinergia do sistema é dada pela diferença total.

A Tabela 1 distribui os componentes da Tripla Hélice G-U-I (Governo- Universidade- Indústria) como protagonistas do conjunto do sistema e posiciona a Universidade como maior geradora de sinergia, seguida pela indústria, enquanto o Governo é caracterizado como mantenedor deste sistema positivo, realizando o papel ancoragem, mantenedor e fomentador. Estas descobertas aplicadas no

CRPq corroboram a teoria da literatura científica Tripla Hélice, otimizado pela aplicação DEA de um sistema produtivo.

Tabela 1 – Componentes principais DEA Tripla Hélice do CRPq

DEA Tripla Hélice	out	in	Total Geral	Sinergia
G	3.495.672	6.402.181	9.897.853	-2.906.509
U	5.753.838	476	5.754.314	5.753.362
I	2.247.211	159	2.247.370	2.247.052
Total Geral	11.496.720	6.402.816	17.899.536	5.093.905

A Tabela 2 demonstra a matriz da relação DEA aos componentes principais Tripla Hélice em relação ao total geral consolidado. É possível verificar que o governo se caracteriza principalmente como provedor chave, fomentador de recursos ao sistema produtivo, enquanto a indústria e a universidade surgem como hélices fechaduras, configurando uma sinergia total do sistema CRPq DEA Hélice(s) de 28%.

Tabela 2 – Sinergia CRPq DEA Hélice(s)

DEA Tripla Hélice	out	in	Total Geral	Sinergia
G	35%	65%	100%	-29%
U	100%	0%	100%	100%
I	100%	0%	100%	100%
Total Geral	64%	36%	100%	28%

A Tabela 3 demonstra índices da análise vertical, indicando a distribuição do sistema sinérgico até a sexta hélice. Verifica-se que a relação da interface CRPq-Universidade é um componente-chave de sinergia do sistema para o surgimento de novas hélices, sendo responsável em 50% dos resultados gerados totais.

Tabela 3 – Análise vertical CRPq DEA Hélice(s)

DEA Tripla Hélice	out	in	Total Geral	Sinergia
G	30%	100%	55%	-57%
U	50%	0%	32%	113%
I	20%	0%	13%	44%
Total Geral	100%	100%	100%	100%

3. CONCLUSÕES

As áreas temáticas de prioridade de uso pacífico da tecnologia nuclear para cooperação e desenvolvimento são: segurança (25%), saúde e nutrição (24%), alimentação e agricultura (20%) e capacitação e treinamento gerencial (15%). Energia, água e meio-ambiente e aplicações industriais completam o restante (16%).

O modelo de interação DEA Tripla Hélice Híbrido é adequado a realidade do CRPq; foi constatado que a sinergia total do arranjo de colaboração G-U-I CRPq IPEN-CNEN/SP foi de 28%. A sinergia é explicada principalmente pelo fluxo de interação do Governo, posicionado como chave-mestra, tendo a Universidade e a Indústria como receptoras fechaduras para do desenvolvimento das competências precisas na economia do conhecimento do século XXI.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Capes e à administração do IPEN-CNEN-SP por propiciar a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

1. PERINI, A. A. *Clientes como ativos patrimoniais: práticas e capacidades gerenciais*. [S.l.]: Novas Edições Acadêmicas, 2019.164 p. ISBN 978-613-9-76428-0.
2. CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
3. COOPER, W.W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. *Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software*. Dordrecht/Holanda: Kluwer Academic Publishers, 1999. 352 p.
4. ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade- indústria-governo. *Estudos Avançados*, v. 31, n. 90, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190003>.
5. FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: series A*, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957. DOI: 10.2307/2343100 Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2343100>.
6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *IAEA Annual Report 2017. Management of technical cooperation for development*. Disponível em:

<https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/reports/2017/gc62-3-tc.pdf>. Acesso em: 2019.

7. IPEN. Instituto de Pesquisa Energéticas Nucleares. Disponível em: https://www.ipen.br/portal_por/portal/default.php. Acesso em: 2019.

8. SELLITTO, M. A.; RIBEIRO, J. L. D. Construção de indicadores para avaliação de conceitos intangíveis em sistemas produtivos. *Gestão & Produção*, v. 11, n. 1, p. 75-90, jan.-abr. 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2004000100007>.

9. WANG, C.; XIE, F. Corporate governance transfer and synergistic gains from mergers and acquisitions. *The Review of Financial Studies*, v. 22, n. 2, p. 829-858, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/rfs/hhn018>.

10. PERINI, A. A.; OUTAMHA, R. IMPRESSIONS of II International Triple Helix Summit Dubai, United Arab Emirates – November 2018. *Hélice Magazine*, v. 7, n. 4, p. 6-9, 2018. Disponível em: <https://www.triplehelixassociation.org/helice/volume-7-2018/helice-issue-7-4/impressions-of-ii-international-triple-helix-summit-dubai-united-arab-emirates-november-2018>.