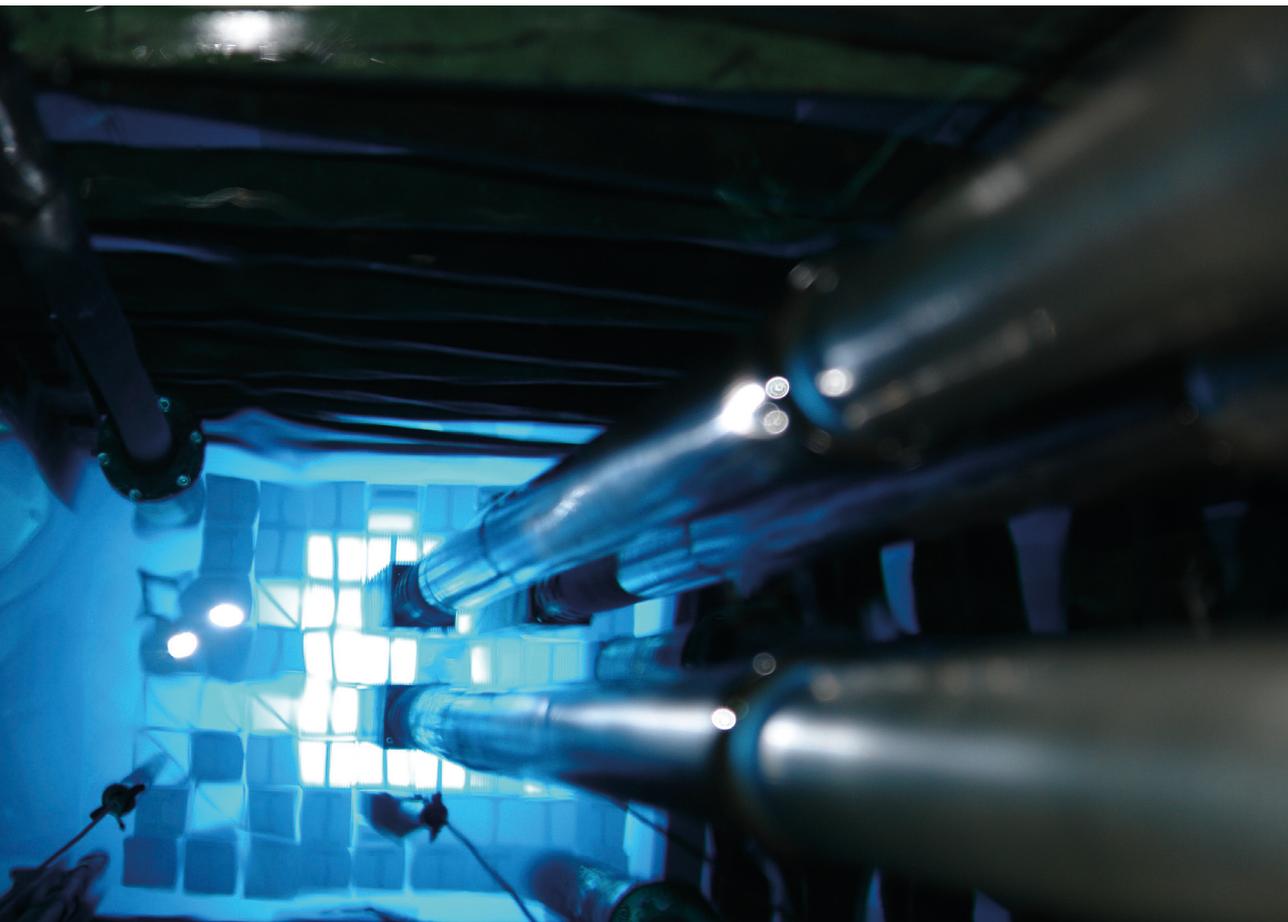


Paulo Sergio Cardoso Da Silva
Guilherme Soares Zahn
Francisco De Assis Souza
organizadores

CONTRIBUIÇÕES DO REATOR IEA-R1 PARA A PESQUISA NUCLEAR

WARP2: II Workshop Anual do Reator de Pesquisas



CONTRIBUIÇÕES DO
REATOR IEA-R1 PARA A
PESQUISA NUCLEAR

Conselho editorial

André Costa e Silva

Cecilia Consolo

Dijon de Moraes

Jarbas Vargas Nascimento

Luis Barbosa Cortez

Marco Aurélio Cremasco

Rogério Lerner

Blucher Open Access

PAULO SERGIO CARDOSO DA SILVA
GUILHERME SOARES ZAHN
FRANCISCO DE ASSIS SOUZA
(organizadores)

CONTRIBUIÇÕES DO
REATOR IEA-R1 PARA A
PESQUISA NUCLEAR
WARP2: II Workshop Anual do
Reator de Pesquisas

21 e 22 de novembro de 2019
Centro do Reator de Pesquisas
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

2022

Contribuições do Reator IEA-R1 para a Pesquisa Nuclear

WARP2: II Workshop Anual do Reator de Pesquisas

© 2022 Paulo Sergio Cardoso da Silva, Guilherme Soares Zahn e Francisco de Assis Souza

Editora Edgard Blücher Ltda.

Publisher Edgard Blücher

Editor Eduardo Blücher

Coordenação editorial Jonatas Eliakim

Produção editorial Thaís Costa

Diagramação Taís do Lago

Capa Laércio Flenic

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil
Tel 55 11 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed.
do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*,
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer
meios, sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Workshop anual do reator de pesquisas (2. : 2019 :
São Paulo)
Contribuições do reator IEA-R1 para a pesquisa
nuclear WARP 2 / organizado por Paulo Sergio Cardoso
da Silva, Guilherme Soares Zahn, Francisco de Assis
Souza. -- São Paulo : Blucher, 2022.
478 p : il.
21 e 22 de novembro de 2019 - Centro do Reator de
Pesquisas
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Bibliografia
ISBN 978-65-5550-147-6 (impresso)
ISBN 978-65-5550-148-3 (eletrônico)
1. Pesquisa nuclear 2. Física nuclear I. Título II. Silva,
Paulo Sergio Cardoso da III. Zahn, Guilherme Soares IV.
Souza, Francisco de Assis IV. IPEN

21-5617

CDD 539.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Pesquisa nuclear

COMITÊ ORGANIZADOR

Paulo Sergio Cardoso da Silva

Guilherme Soares Zahn

Francisco de Assis Souza

COMITÊ CIENTÍFICO

Paulo Sergio Cardoso da Silva

Guilherme Soares Zahn

Francisco de Assis Souza

Frederico Antônio Genezini

APOIO

O Comitê Organizador agradece o apoio do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), do Departamento de Ensino do IPEN e da Marinha do Brasil, para a realização do II Workshop Anual do Reator de Pesquisas.



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.

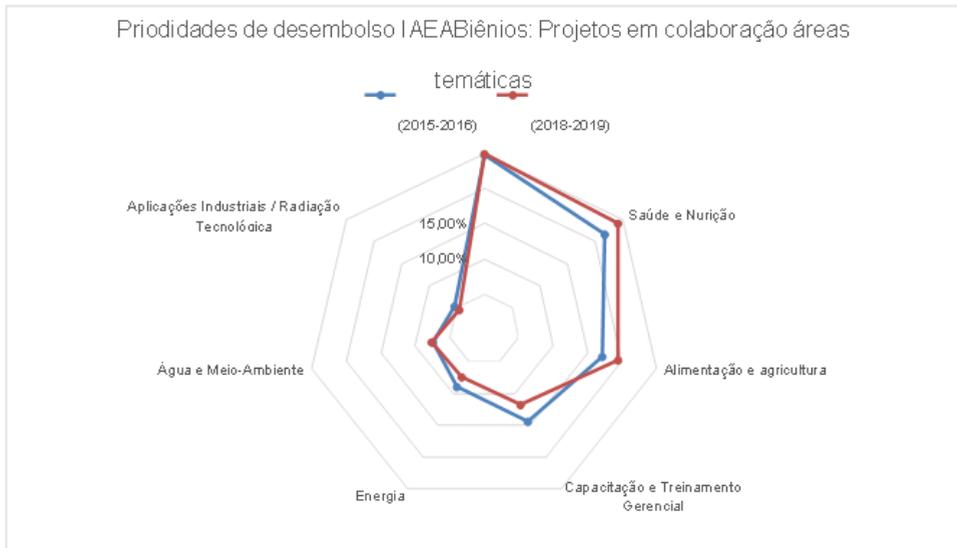
Para a classificação das *proxys*, foram realizadas análises do sistema mercadoria da teoria de recursos, de acordo com a literatura econômica contábil da economia do conhecimento e intangibilidade [1]. Quatro cenários foram construídos, valendo-se de entrada de dados no ano de 2012 apresentado resultados 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.

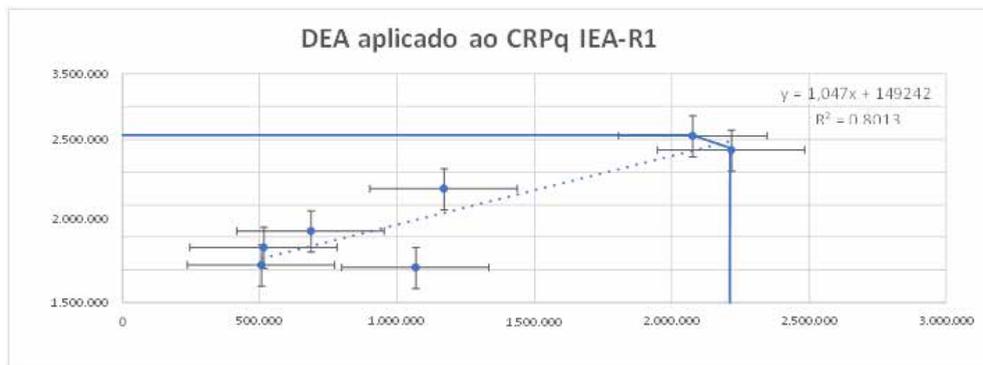
Figura 1 – Mapa de áreas temáticas prioritárias para cooperação e desenvolvimento da agência atômica internacional.



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):

$$y = 1,047x + 149.242 \tag{1}$$

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>.