

O PARADOXO CBIOTEC: OS LIMITES DA MENSURAÇÃO DA EFICIÊNCIA PÚBLICA DIANTE DA PRODUÇÃO DE VALOR SOCIAL DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

**THE CBIOTEC PARADOX: THE LIMITS OF PUBLIC EFFICIENCY
MEASUREMENT IN THE FACE OF SOCIAL VALUE CREATION DURING THE
COVID-19 PANDEMIC**

Ciências Sociais Aplicadas, Ciências da Saúde • 29/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/787962653](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/787962653)

Luis Alves da Nóbrega Neto
Adriana Karla Corrêa Oliveira Barros Mangueira da Nóbrega
Amanda Barros Mangueira da Nóbrega
Ilka de Castro Gomes
Larissa Karla Guedes Soares de Oliveira
Sandra Giovana Muniz de Macedo Mendes
Shamya Lewys Saad Rached Bandeira

RESUMO

A mensuração da eficiência no setor público constitui importante instrumento de avaliação da utilização dos recursos governamentais, especialmente em instituições públicas de ensino superior, nas quais a escassez de recursos impõe a necessidade de avaliar a relação entre insumos empregados e resultados produzidos. Entretanto, indicadores de eficiência podem apresentar limitações quando os *outputs* selecionados não contemplam integralmente a diversidade de produtos e resultados gerados pelas instituições públicas. Este artigo analisa o denominado Caso CBIOTEC, tomando como unidade de análise o Centro de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que apresentou, na avaliação realizada por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), índices de 0,145 em 2016 e 0,342 em 2017, classificados como Eficiência Baixa, embora tenha alcançado 0,884 em 2018, classificado como Eficiência Alta. O estudo confronta a métrica original, baseada em variáveis orçamentárias, de pessoal, vagas e diplomados, com evidências documentais da atuação científica e tecnológica do CBIOTEC no contexto da pandemia de Covid-19. O argumento central é que eficiência mensurada não deve ser confundida com efetividade institucional ou valor público. A análise sugere que pesquisas científicas, formação de recursos humanos especializados, projetos competitivos e resultados de propriedade intelectual constituem dimensões relevantes da produção universitária que podem permanecer fora de modelos construídos predominantemente a partir da graduação. Conclui-se que o Caso CBIOTEC recomenda a complementação da avaliação da eficiência relativa com indicadores de efetividade, pesquisa, inovação e valor público, sem invalidar os resultados do modelo DEA original.

Palavras-chave: Eficiência pública; DEA; CBIOTEC; Covid-19. Efetividade; Valor público.

ABSTRACT

Measuring efficiency in the public sector is an important instrument for evaluating the use of governmental resources, particularly in public higher education institutions, where resource constraints require assessment of the relationship between inputs and outputs. However, efficiency indicators may be limited when selected outputs do not fully capture the diversity of products and outcomes generated by public institutions. This article analyzes the CBIOTEC Case, focusing on the Biotechnology Center of the Federal University of Paraíba (UFPB), which, in a previous Data Envelopment Analysis (DEA), obtained efficiency scores of 0.145 in 2016 and 0.342 in 2017, classified as Low Efficiency, while reaching 0.884 in 2018, classified as High Efficiency. The study contrasts the original metric, based on budgetary, personnel, enrollment and graduation variables, with documentary evidence of CBIOTEC's scientific and technological activities in the context of the COVID-19 pandemic. The central argument is that measured efficiency should not be confused with institutional effectiveness or public value. The analysis suggests that scientific research, specialized human-resource training, competitive projects and intellectual-property outcomes are relevant dimensions of university production that may remain outside models predominantly focused on undergraduate graduation. The CBIOTEC Case therefore supports complementing relative-efficiency assessment with indicators of effectiveness, research, innovation and public value, without invalidating the original DEA results.

Keywords: Public efficiency; DEA; CBIOTEC; COVID-19. Effectiveness; Public value.

1. INTRODUÇÃO

O debate sobre eficiência na Administração Pública decorre da necessidade de utilizar racionalmente recursos que são limitados e pertencem à coletividade. No âmbito das instituições federais de ensino superior (IFES), a questão assume especial complexidade, pois a universidade pública produz resultados de natureza múltipla: forma estudantes, desenvolve pesquisas, qualifica pesquisadores, produz conhecimento, participa de redes de cooperação, desenvolve tecnologias e contribui para a solução de problemas sociais.

Foi nessa perspectiva que Nóbrega Neto (2020) desenvolveu pesquisa sobre a eficiência do gasto público na educação superior, analisando a execução orçamentária da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) entre 2015 e 2018. A pesquisa utilizou a Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA) para avaliar a eficiência relativa de 16 Centros de Ensino, relacionando *inputs* a *outputs* associados principalmente à graduação presencial. O estudo foi posteriormente sistematizado em publicação científica (NÓBREGA NETO, 2026).

Entre os resultados da pesquisa original, o Centro de Biotecnologia (CBIOTEC) apresenta trajetória particularmente instigante. Em 2016, obteve índice DEA de 0,145; em 2017, 0,342; e em 2018, 0,884. Conforme a classificação criada na pesquisa, índices inferiores a 0,50 foram enquadrados como Eficiência Baixa, enquanto resultados entre 0,80 e 0,99 foram classificados como Eficiência Alta. Assim, o CBIOTEC passou de uma situação de baixa eficiência para uma posição próxima à fronteira em apenas três anos.

Mais do que a evolução do índice, chama atenção a variável que explica parte importante dessa trajetória: o número de diplomados. O CBIOTEC registrou 8 diplomados em 2016, 20 em 2017 e 50 em

2018, uma variação de 525% entre o primeiro e o último ano. Na análise original, o Centro possuía um único curso presencial de Biotecnologia e apresentava pouca variação no gasto com pessoal, enquanto o *output* acadêmico oscilava fortemente (NÓBREGA NETO, 2020).

A partir dessa constatação surge a questão central deste artigo: uma unidade pública pode apresentar baixo desempenho segundo determinado modelo de eficiência e, simultaneamente, produzir resultados científicos, tecnológicos e sociais de elevado valor para a coletividade que não estejam incorporados ao modelo?

A pergunta torna-se especialmente relevante quando se observa a atuação do CBIOTEC no contexto da pandemia de Covid-19. Durante a emergência sanitária, pesquisadores vinculados ao Centro desenvolveram investigações relacionadas à resposta imunológica ao SARS-CoV-2, biomarcadores, peptídeos com potencial terapêutico, formação de recursos humanos e propriedade intelectual. Também houve participação de pesquisadora do CBIOTEC em projeto selecionado em chamada internacional dos BRICS para enfrentamento da Covid-19.

Não se pretende afirmar que a DEA utilizada na pesquisa original estava equivocada. Ao contrário, o ponto de partida deste artigo é que o resultado era coerente com os *inputs* e *outputs* selecionados. O problema analítico está em outra dimensão: até que ponto essas variáveis são suficientes para representar o desempenho de uma unidade universitária cuja missão não se limita à formação de graduados?

Assim, o objetivo deste artigo é analisar criticamente os limites da mensuração da eficiência do CBIOTEC por indicadores predominantemente associados à graduação, confrontando os resultados da avaliação original com evidências da produção científica e tecnológica desenvolvida no contexto da pandemia de Covid-19.

2. EFICIÊNCIA, EFICÁCIA, EFETIVIDADE E VALOR PÚBLICO

A pesquisa de Nóbrega Neto (2020) parte da compreensão de que a eficiência está associada à relação entre recursos empregados e produtos obtidos. O trabalho também diferencia eficiência, eficácia e efetividade: a eficiência concentra-se na relação entre recursos e produtos; a eficácia, no atingimento das metas; e a efetividade, no impacto real produzido para a sociedade. Essa distinção é particularmente útil para interpretar o Caso CBIOTEC.

Em organizações públicas complexas, o resultado não pode ser reduzido a uma única dimensão produtiva. A própria dissertação reconhece que a produção de bens públicos pode ser tecnicamente eficiente sem necessariamente produzir o máximo bem-estar social e que a eficiência pública é difícil de mensurar quando se consideram as necessidades da coletividade (NÓBREGA NETO, 2020).

Nesse sentido, a eficiência mensurada por DEA deve ser interpretada como eficiência relativa e condicionada às variáveis incorporadas ao modelo. Um *output* não incluído no modelo não altera o escore, ainda que possua relevância institucional ou social. Portanto, o resultado de uma DEA não deve ser convertido, sem

qualificações, em juízo absoluto sobre a qualidade ou relevância de uma unidade.

2.1. A DEA e o Problema da Seleção dos Outputs

A DEA compara unidades tomadoras de decisão (DMUs) que utilizam recursos para produzir resultados. Na pesquisa original, foram utilizados dados orçamentários e funcionais, além de informações acadêmicas da graduação presencial. O modelo adotado foi o CCR, orientado a output. A escolha das variáveis foi vinculada à relevância para a gestão orçamentária da UFPB (NÓBREGA NETO, 2020).

A seleção dos *outputs* é, portanto, decisiva. Na pesquisa original, o produto escolhido foi o aluno formado. A dissertação registra expressamente que a mensuração relacionava os *inputs* a bens e serviços associados aos graduados por ano. Essa escolha permitiu responder à questão específica da eficiência do gasto em relação à formação na graduação presencial, mas não pretendeu representar toda a produção científica e tecnológica da universidade.

Essa limitação não constitui um erro metodológico. Pelo contrário, representa uma escolha apropriada para responder à questão de pesquisa formulada naquele momento. O presente estudo avança essa discussão ao questionar se, para avaliar unidades cuja missão envolve ensino, pesquisa e extensão, seria necessário ampliar o conjunto de *outputs* considerados. A pandemia de Covid-19 proporcionou a oportunidade de observar como o CBIOTEC se comportou diante de circunstâncias extraordinárias que demandavam exatamente aquilo que não estava sendo medido

pelo modelo original: pesquisa científica aplicada e de relevância social imediata.

3. METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como pesquisa documental, descritiva e exploratória, estruturada como estudo de caso. A unidade de análise é o Centro de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba. A primeira etapa recupera os resultados da pesquisa de Nóbrega Neto (2020), posteriormente publicados em Nóbrega Neto (2026). A segunda etapa confronta esses resultados com evidências documentais relativas à atuação do CBIOTEC durante a pandemia de Covid-19.

Foram consideradas como fontes, além da dissertação e do artigo publicados pelo autor, registros institucionais da UFPB e do CBIOTEC, documentos do Repositório Institucional e registros de propriedade intelectual. A análise é qualitativa e não recalcula o escore DEA para o período pandêmico. Assim, a contribuição consiste em discutir a capacidade explicativa do modelo original diante de *outputs* institucionais posteriormente observáveis.

Essa delimitação é importante para evitar inferências indevidas. O artigo não afirma que a atuação do CBIOTEC durante a pandemia produziria determinado escore DEA, nem que os resultados científicos deveriam necessariamente ser incorporados ao modelo original. Sustenta-se apenas que esses resultados representam dimensões adicionais de desempenho que merecem ser consideradas em avaliações multidimensionais.

4. O RESULTADO DO CBIOTEC NA PESQUISA ORIGINAL

O CBIOTEC foi criado pelo Conselho Universitário da UFPB em 14 de setembro de 2011 e, no período estudado, possuía apenas um curso superior presencial de Biotecnologia. A dissertação registrou que, entre 2016 e 2018, não houve variação acentuada no gasto com pessoal e no efetivo de servidores, enquanto o número de diplomados passou de 8 para 20 e, depois, para 50 (NÓBREGA NETO, 2020).

Ano	Índice DEA	Diplomados	Classificação
2016	0,145	8	Eficiência Baixa
2017	0,342	20	Eficiência Baixa
2018	0,884	50	Eficiência Alta
Média	0,457	26	Eficiência Baixa

Fonte: elaboração própria, com base em Nóbrega Neto (2020).

Tabela 1. Evolução do índice DEA e do número de diplomados do CBIOTEC (2016–2018)

Os dados demonstram uma mudança expressiva. O índice passou de 0,145 para 0,884, enquanto o número de diplomados aumentou 525%. Na classificação proposta pelo autor, o resultado de 2018 colocou o CBIOTEC na categoria de Eficiência Alta. A média dos três anos foi 0,457, correspondente à categoria de Eficiência Baixa, mas o resultado anual revela uma forte trajetória ascendente (NÓBREGA NETO, 2020).

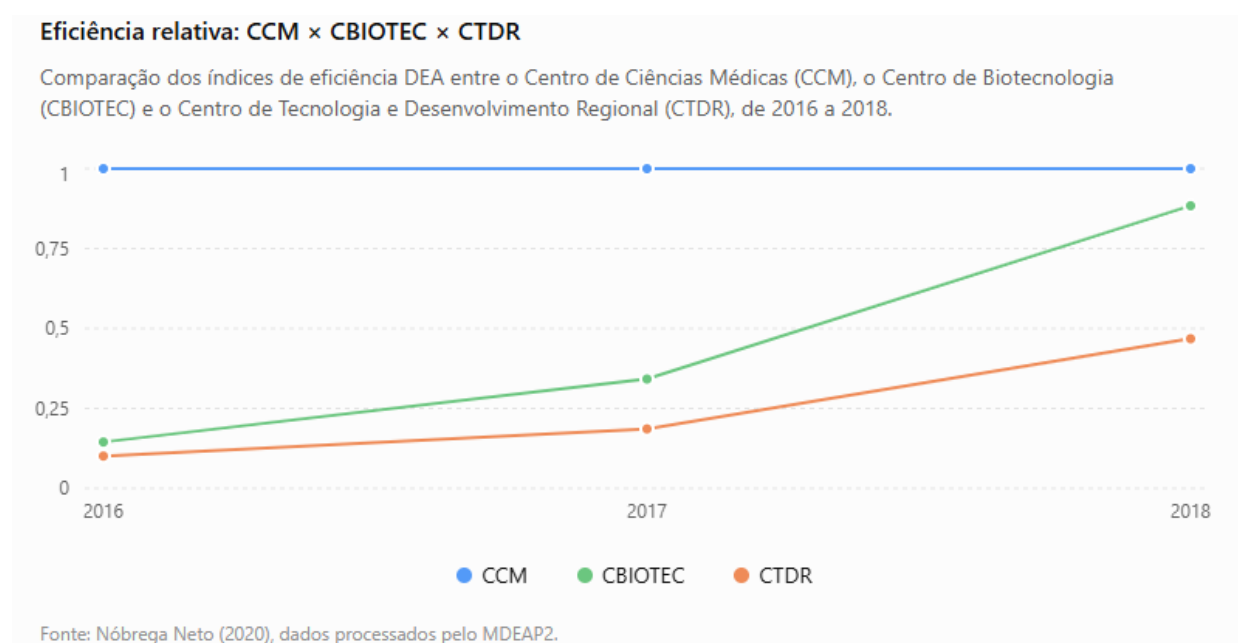
Esse achado já indicava que o desempenho do CBIOTEC era sensível à produção acadêmica considerada como *output*. A própria análise da dissertação observou que a elevação do índice esteve relacionada

à acentuada variação dos diplomados. O Caso CBIOTEC, portanto, já continha em sua origem uma questão sobre a dependência do indicador em relação à definição do produto.

4.1. Análise Comparativa com Outros Centros: O Gráfico de Eficiência Relativa

Para compreender melhor o posicionamento do CBIOTEC, é essencial compará-lo com outros Centros de Ensino da UFPB durante o mesmo período. A pesquisa de Nóbrega Neto (2020) avaliou 16 Centros de Ensino, cada um com características distintas em termos de composição de cursos, intensidade tecnológica e demandas de infraestrutura. O gráfico apresentado nesta seção, intitulado "Eficiência relativa: CCM × CBIOTEC × CTDR", ilustra a trajetória comparativa entre o Centro de Ciências Médicas (CCM), o Centro de Biotecnologia (CBIOTEC) e o Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) nos anos de 2016, 2017 e 2018.

Figura 1. Eficiência relativa comparada entre CCM, CBIOTEC e CTDR (2016-2018)



A leitura do gráfico revela padrões bastante distintos entre os três Centros. O CCM (representado pela linha azul) mantém-se na fronteira de eficiência durante todo o período, com escore de 1,0 em 2016, 2017 e 2018. Esse resultado indica que, segundo as variáveis utilizadas no modelo DEA (gasto com pessoal, quantidade de cursos, vagas ofertadas e número de diplomados), o CCM apresentou a melhor relação entre *inputs* e *outputs* entre todos os 16 Centros analisados. A estabilidade do CCM na fronteira sugere que este Centro conseguiu manter uma trajetória consistente de eficiência, possivelmente porque seus investimentos em pessoal e infraestrutura estavam alinhados com a produção de diplomados.

Em contraste, o CBIOTEC (linha verde) apresenta uma trajetória ascendente pronunciada. Começando em 0,145 em 2016, o Centro atinge 0,342 em 2017 e finalmente 0,884 em 2018. Essa evolução representa um aumento de 509% do índice inicial, o que é particularmente relevante quando se considera que o gasto com pessoal permaneceu relativamente estável. O crescimento exponencial em eficiência foi impulsionado principalmente pelo aumento significativo no número de diplomados: de 8 em 2016 para 20 em 2017 e 50 em 2018. Essa dinâmica ilustra exatamente como o modelo DEA responde à variação do *output* selecionado.

O CTDR (linha laranja) segue uma trajetória de crescimento mais moderado e consistente, iniciando em um patamar ligeiramente superior ao CBIOTEC (0,101 em 2016, embora o gráfico mostre uma representação de comparação entre os três) e também apresentando crescimento ao longo do período, atingindo 0,468 em 2018. O padrão do CTDR sugere um crescimento gradual, diferente tanto da estabilidade do CCM quanto do crescimento explosivo do CBIOTEC.

Essa comparação visual oferece vários *insights* importantes: primeiro, demonstra que a eficiência relativa não é uma característica fixa das unidades, mas sim uma posição dinâmica que pode mudar significativamente ao longo do tempo; segundo, evidencia que Centros similares em missão (como CCM e CBIOTEC, ambos ligados à saúde) podem apresentar trajetórias muito distintas sob o modelo DEA; terceiro, ressalta que o modelo é extremamente sensível ao *output* selecionado, capturando bem a variação em diplomados, mas não necessariamente a qualidade ou relevância científica dessa formação.

5. CONCEITOS TÉCNICOS DE SAÚDE E RESPOSTA IMUNOLÓGICA À COVID-19

Para compreender plenamente a importância da produção científica desenvolvida pelo CBIOTEC durante a pandemia de Covid-19, é necessário contextualizar alguns conceitos técnicos de imunologia e virologia que estiveram no centro das investigações desenvolvidas pela unidade. Esta seção apresenta esses conceitos de forma didática, porém mantendo o rigor técnico adequado para profissionais e pesquisadores da área de saúde.

5.1. O SARS-CoV-2 e a Pandemia de COVID-19: Contexto e Relevância

O SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) é um vírus envelopado de RNA pertencente à família Coronaviridae, que emergiu em Wuhan, China, em dezembro de 2019 e rapidamente se disseminou globalmente, causando a pandemia de COVID-19. Diferentemente de seus antecessores SARS-CoV e MERS-CoV, o SARS-CoV-2 apresentou capacidade superior de transmissão

entre humanos, o que facilitou sua disseminação exponencial em poucos meses.

Do ponto de vista estrutural, o SARS-CoV-2 é composto por um genoma de RNA de cadeia simples (aproximadamente 30 kb), envolvido por um envelope lipídico derivado da célula hospedeira, no qual estão inseridas proteínas virais essenciais. A proteína Spike (S), de particular importância, medeia a ligação do vírus aos receptores ACE2 (Angiotensin-Converting Enzyme 2) nas células hospedeiras, facilitando a entrada viral e iniciando o processo de infecção. A compreensão dessas estruturas proteicas foi fundamental para o desenvolvimento de vacinas e terapêuticos, sendo exatamente nessa área que pesquisadores do CBIOTEC concentraram esforços.

A pandemia de COVID-19 representou não apenas uma emergência sanitária, mas também um desafio científico sem precedentes em tempos recentes. Em questão de meses, a comunidade científica global foi mobilizada para compreender mecanismos de patogênese viral, desenvolver testes diagnósticos, investigar potenciais terapêuticos e criar vacinas. Nesse contexto, centros de pesquisa em biotecnologia como o CBIOTEC assumiram papel crucial, contribuindo com expertise local para enfrentar um problema de relevância global.

5.2. Resposta Imunológica Ao SARS-CoV-2: Componentes Celulares e Moleculares

A resposta imunológica ao SARS-CoV-2 envolve a ativação coordenada de múltiplos componentes do sistema imune, tanto inato quanto adaptativo. Do ponto de vista inato, o primeiro contato

com o vírus ativa padrões de reconhecimento molecular (Pattern Recognition Receptors – PRRs) presentes em células epiteliais respiratórias, macrófagos e células dendríticas. Essa ativação leva à produção de interferons tipo I (IFN- α/β), que possuem papel crucial na contenção viral e no priming da resposta adaptativa subsequente.

Dentro do componente adaptativo, dois ramos são particularmente importantes: a resposta mediada por células T e a resposta mediada por anticorpos. As pesquisas desenvolvidas pelo CBIOTEC focalizaram especialmente os linfócitos T CD8⁺ (citotóxicos), que constituem componente essencial da resposta antiviral. Essas células T CD8⁺ reconhecem peptídeos virais apresentados pelas moléculas HLA classe I nas células infectadas e promovem sua eliminação através de mecanismos citotóxicos. A identificação de quais peptídeos do SARS-CoV-2 são capazes de ativar respostas T CD8⁺ robustas é questão de grande relevância científica e aplicada, pois pode informar o design de vacinas e terapêuticos.

5.3. Linfócitos T CD8⁺ e Biomarcadores de Severidade

Um dos focos principais da pesquisa desenvolvida no CBIOTEC durante a pandemia foi investigar a relação entre o perfil de linfócitos T CD8⁺ e a severidade clínica da COVID-19. De forma simplificada, os linfócitos T (também denominados células T) são um tipo de célula branca do sangue especializada em reconhecer e eliminar células infectadas. Os linfócitos T CD8⁺ são uma subpopulação particular dessas células, identificadas pela presença da molécula CD8 em sua superfície, e possuem capacidade de induzir apoptose (morte programada) em células infectadas.

A pesquisa em questão buscava identificar biomarcadores – indicadores biológicos mensuráveis que se correlacionam com processos fisiológicos – capazes de diferenciar pacientes com COVID-19 leve daqueles com doença grave. Essa investigação é clinicamente relevante porque permite identificar precocemente pacientes com risco de progressão para formas severas, possibilitando intervenções terapêuticas mais agressivas e oportunas. Os biomarcadores investigados incluíam frequência de subpopulações de linfócitos T CD8+, níveis de citocinas específicas produzidas por essas células, e marcadores de ativação celular detectáveis por citometria de fluxo.

Do ponto de vista técnico, a avaliação desses biomarcadores envolvia metodologias sofisticadas como citometria de fluxo multiparamétrica (permitindo análise simultânea de múltiplos marcadores celulares), ensaios de ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) para quantificação de citocinas, e técnicas de cultivo celular para estímulo ex vivo de linfócitos T. Todas essas metodologias requerem infraestrutura laboratorial adequada, equipamento especializado e expertise técnica – exatamente o tipo de capacidade que o CBIOTEC desenvolveu ao longo de sua existência.

5.4. Linfócitos T Reguladores e Imunomodulação em Pacientes Convalescentes

Outro aspecto investigado pelo CBIOTEC referia-se aos linfócitos T reguladores (Tregs) em pacientes convalescentes da COVID-19. Os linfócitos T reguladores constituem uma subpopulação de células T especializada em suprimir respostas imunes excessivas, prevenindo processos de inflamação exagerada e autoimunidade. Essas células

são identificadas pela co-expressão de marcadores como CD4, CD25 e o fator de transcrição FOXP3.

Durante a infecção por SARS-CoV-2, uma dinâmica complexa se estabelece: enquanto se necessita de resposta T CD8+ robusta para controlar a replicação viral, é igualmente importante que essa resposta não seja excessivamente agressiva, pois isso pode causar dano tecidual e morte dos próprios pneumócitos (células pulmonares especializadas). Pacientes que desenvolvem COVID-19 severa frequentemente apresentam respostas imunes desbalanceadas, com hiperinflamação. Por outro lado, durante a convalescença, o sistema imune gradualmente reequilibra essas respostas.

As investigações do CBIOTEC buscavam caracterizar como esse reequilíbrio ocorria, particularmente analisando a expansão de Tregs em pacientes recuperados de COVID-19. Compreender esses mecanismos imunológicos é importante tanto para prognóstico quanto para potencial desenho de terapias futuras. Por exemplo, se pacientes com COVID-19 severa apresentam deficiência relativa de Tregs, isso poderia abrir perspectivas para intervenções imunomoduladoras durante a fase aguda da doença.

5.5. Peptídeos Imunogênicos e Engenharia de Proteínas Virais

Um dos resultados mais tangíveis da pesquisa do CBIOTEC durante a pandemia foi o desenvolvimento de peptídeos imunogênicos derivados do SARS-CoV-2, que posteriormente foi protegido por propriedade intelectual. Um peptídeo é uma sequência curta de aminoácidos (tipicamente 5-50 resíduos) que pode ser sintetizada quimicamente ou produzida recombinantemente e que

frequentemente retêm propriedades biológicas relevantes da proteína inteira.

O conceito de peptídeos imunogênicos refere-se àqueles segmentos da proteína Spike ou de outras proteínas virais que possuem capacidade de desencadear resposta imune específica quando apresentados ao sistema imunológico. A identificação desses peptídeos críticos envolve abordagens computacionais (bioinformática) para prever regiões com alta probabilidade de serem reconhecidas por receptores T, seguidas por validação experimental em sistemas de cultivo celular.

Do ponto de vista aplicado, peptídeos imunogênicos podem ser utilizados como:

1. Componentes de vacinas peptídicas: pequenas vacinas baseadas apenas no peptídeo, que são mais facilmente armazenadas e transportadas;
2. Ferramentas diagnósticas: para testes de resposta celular em populações imunizadas;
3. Terapêuticos imunomoduladores: para estimular resposta imune em pacientes imunocomprometidos;
4. Antígenos para produção de anticorpos recombinantes: em pesquisa ou aplicações diagnósticas.

O desenvolvimento de um peptídeo imunogênico específico do SARS-CoV-2 com potencial terapêutico representa um avanço na cadeia de inovação científica, transitando de descoberta básica (compreensão de mecanismos de resposta imune) para inovação

aplicada (desenvolvimento de um produto com potencial de impacto clínico).

6. O CBIOTEC E A PANDEMIA DE COVID-19: PRODUÇÃO CIENTÍFICA E INOVAÇÃO

Apesar dos índices de eficiência inicial do CBIOTEC terem se situado em patamares baixos (0,145 em 2016 e 0,342 em 2017), a análise da documentação institucional durante o período pandêmico (2020-2021) revela uma unidade altamente mobilizada e produtiva em dimensões que não estavam sendo capturadas pelo modelo DEA original.

6.1. Pesquisa Científica e Formação de Recursos Humanos

Durante a pandemia de COVID-19, o CBIOTEC participou ativamente de investigações relacionadas à resposta imunológica ao SARS-CoV-2. Conforme documentado no Repositório Institucional da UFPB, foram desenvolvidas dissertações de mestrado e pesquisas sobre:

- Linfócitos T CD8+ e avaliação de biomarcadores em formas clínicas leves e graves da Covid-19, coordenado pela pesquisadora Tatjana Keesen de Souza Lima;
- Linfócitos T reguladores em pacientes convalescentes da Covid-19;
- Caracterização de respostas imunológicas específicas ao SARS-CoV-2 em diferentes populações;
- Identificação e validação de epítomos virais com potencial imunogênico.

Essas investigações representam a formação de recursos humanos especializados, particularmente de mestrandos e doutorandos em imunologia viral e biotecnologia. Essa dimensão de produção – formação de pesquisadores qualificados – possui relevância social duradoura, na medida em que esses profissionais carregam consigo conhecimento e expertise que perpetuam a capacidade de pesquisa da instituição e do país.

6.2. Reconhecimento Competitivo e Projetos Financiados

Um indicador particularmente relevante da produção científica do CBIOTEC durante a pandemia foi sua aprovação em edital competitivo internacional. O Centro registrou a participação de pesquisadora vinculada ao CBIOTEC entre os 12 projetos contemplados em chamada dos BRICS para combate à COVID-19, concorrendo contra 85 propostas submetidas. A taxa de aprovação de aproximadamente 14% demonstra a competitividade e relevância científica da proposta submetida.

Projetos competitivos financiados constituem *output* científico de natureza diferente daquele considerado na DEA original (número de diplomados). Esse tipo de resultado reflete:

1. Avaliação positiva por pares internacionais do mérito científico;
2. Reconhecimento de relevância estratégica e aplicada para enfrentamento de problema global;
3. Capacidade de competir em ambientes científicos internacionais;

4. Viabilidade de gerar produtos (publicações, tecnologias, conhecimento) que ultrapassam fronteiras nacionais.

6.3. Propriedade Intelectual e Inovação Tecnológica

O resultado mais tangível da pesquisa conduzida no CBIOTEC, protegido por propriedade intelectual, foi formalizado por meio de pedido de patente junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). O pedido BR 10 2024 016099-1, intitulado "Desenvolvimento de polipeptídeo imunogênico do SARS-CoV-2 e sua aplicabilidade", tendo a UFPB como depositante, representa a transição de descoberta científica básica para inovação tecnológica potencialmente comercializável.

A cadeia de produção científica que levou a esse resultado pode ser visualizada como:

Recursos públicos → Infraestrutura científica → Pesquisadores especializados → Pesquisa imunológica → Identificação de epítomos → Síntese de peptídeos → Validação funcional → Propriedade intelectual → Potencial licenciamento ou transferência de tecnologia → Impacto social e econômico.

Essa cadeia não é instantânea. Frequentemente, existe hiato temporal entre investimento inicial e resultado comercializável. No caso do CBIOTEC, o investimento em pessoal, infraestrutura e equipamentos durante os anos de 2015-2018 (período da análise DEA original) criou as condições para que, durante a pandemia, o Centro pudesse rapidamente mobilizar expertise e recursos para contribuir com soluções relevantes.

7. O PARADOXO CBIOTEC: EFICIÊNCIA MENSURADA VERSUS VALOR SOCIAL

O paradoxo não consiste em afirmar que o CBIOTEC era simultaneamente eficiente e ineficiente no mesmo sentido. O resultado é mais específico: a unidade apresentou baixo desempenho em parte do período quando avaliada segundo o conjunto de variáveis da DEA, mas desenvolveu posteriormente produtos científicos e tecnológicos que não estavam presentes nesse modelo.

Essa distinção é essencial. Em 2016 e 2017, o CBIOTEC apresentou índices de 0,145 e 0,342. Em 2018, chegou a 0,884. O resultado não pode ser interpretado como medida absoluta de sua relevância institucional. Ele representa a eficiência relativa segundo o modelo construído na pesquisa de Nóbrega Neto (2020). O modelo foi apropriado para responder à pergunta específica que motivou aquela pesquisa: qual é a eficiência do gasto público na educação superior quando se mede pela relação entre recursos (pessoal, vagas) e um *output* específico (diplomados de graduação presencial)?

A pandemia permite observar uma dimensão que o indicador original não pretendia medir: a capacidade de produzir conhecimento científico e tecnológico em situação de crise. O valor social dessas atividades pode não aparecer imediatamente em diplomados de graduação, mas manifesta-se em formação de pesquisadores, publicações, patentes, redes de cooperação e conhecimento aplicável a problemas concretos de saúde pública.

Nesse sentido, o Caso CBIOTEC sugere a existência de produtos invisíveis ao indicador: produtos institucionais efetivamente produzidos, mas não incorporados ao conjunto de variáveis utilizado para mensurar a eficiência. A invisibilidade é do indicador, não necessariamente da produção. Um centro de pesquisa pode estar simultaneamente produzindo conhecimento científico de alto valor social enquanto apresenta baixa eficiência em variáveis de graduação presencial.

A importância dessa observação transcende o caso específico do CBIOTEC. Ela questiona um modelo de avaliação institucional que reduz a complexidade da universidade pública a um conjunto restrito de indicadores. A universidade é simultaneamente empresa educacional (produz formação em massa), empresa de pesquisa (produz conhecimento) e ator social (contribui para solução de problemas coletivos). Um indicador que captura bem o primeiro aspecto pode capturar muito mal os outros dois.

8. DISCUSSÃO: OS LIMITES DA MONOCULTURA DE INDICADORES

A avaliação institucional baseada em um único tipo de produto pode produzir uma representação parcial e potencialmente distorcida da missão de uma universidade. No caso analisado, o número de diplomados é um indicador legítimo e relevante para a dimensão de ensino de graduação. O problema surge quando esse indicador é interpretado como representação suficiente do desempenho de uma unidade cuja missão envolve ensino, pesquisa e extensão.

A própria dissertação de Nóbrega Neto tinha como objeto específico a eficiência do gasto público na educação superior e, na

operacionalização, focalizou a graduação presencial. Portanto, seria inadequado exigir do modelo original aquilo que ele não foi desenhado para medir. O Caso CBIOTEC, em vez de invalidar a pesquisa anterior, permite avançar a agenda proposta por ela. Funciona como extensão natural: se a dissertação respondeu bem à pergunta específica sobre eficiência em graduação, o artigo agora responde à pergunta subsequente: essa resposta é suficiente para avaliar uma unidade de pesquisa e inovação?

8.1. Uma Agenda de Avaliação Multidimensional para Centros de Pesquisa

A contribuição do novo estudo está justamente em demonstrar que a eficiência técnica pode ser apenas uma das dimensões da avaliação pública. Para uma universidade, particularmente para centros especializados em pesquisa como o CBIOTEC, uma avaliação abrangente deveria considerar simultaneamente:

1. Ensino: qualidade, titulação de professores, inovações pedagógicas, empregabilidade de egressos;
2. Pós-graduação (mestrado e doutorado): número de titulados, taxa de sucesso, produção científica durante formação;
3. Pesquisa: número e qualidade de publicações, citações, índice h de pesquisadores;
4. Inovação: patentes depositadas, transferência de tecnologia, parcerias com setor privado;
5. Captação de recursos: projetos financiados externamente, cooperação internacional, parcerias;

6. Formação científica: capacidade de desenvolver pesquisadores que perpetuam expertise;
7. Efetividade social: contribuição para resolução de problemas concretos de relevância coletiva.

Uma futura DEA ampliada poderia comparar o modelo original com modelos que incorporem parte desses *outputs*, desde que atendidos os requisitos de homogeneidade, disponibilidade e comparabilidade dos dados. O objetivo não seria substituir o modelo original por outro supostamente definitivo, mas sim avaliar diferentes dimensões do desempenho em modelos separados, cada um respondendo a uma pergunta específica e complementar.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo analisou o Caso CBIOTEC a partir de uma questão simples, mas relevante para a Gestão Pública: uma unidade pode ser pouco eficiente segundo aquilo que um indicador mede e, ao mesmo tempo, produzir resultados relevantes naquilo que o indicador não mede?

A análise dos resultados de Nóbrega Neto (2020) demonstra que o CBIOTEC apresentou índices DEA de 0,145 em 2016, 0,342 em 2017 e 0,884 em 2018. O número de diplomados, por sua vez, passou de 8 para 20 e 50 no mesmo período. O resultado evidencia a sensibilidade do modelo à variável de *output* selecionada. Quando o *output* definidor é especificamente diplomados de graduação presencial, a eficiência melhorou espetacularmente. Mas isso não significa que o Centro estava ocioso ou improdutivo antes dessa melhoria.

Posteriormente, durante a pandemia de Covid-19, a produção associada ao CBIOTEC passou a envolver pesquisas sobre resposta imunológica ao SARS-CoV-2, biomarcadores de severidade clínica, caracterização de linfócitos T reguladores em pacientes convalescentes, formação de pesquisadores especializados em imunologia viral, participação em projeto competitivo internacional dos BRICS, e desenvolvimento de peptídeos imunogênicos formalizados em propriedade intelectual. Essas dimensões não estavam presentes no *output* utilizado na pesquisa original.

O principal achado do artigo, portanto, não é a existência de erro na DEA, mas a necessidade de interpretar corretamente o que um escore de eficiência representa. A DEA mede eficiência relativa dentro de um conjunto específico de variáveis. Ela não mede, sozinha, todo o valor científico, tecnológico ou social produzido por uma organização pública. Um baixo escore DEA não implica que a unidade não está sendo valiosa; pode apenas significar que aquela particular dimensão de valor não está sendo capturada.

O Caso CBIOTEC evidencia, assim, a diferença fundamental entre eficiência mensurada e efetividade institucional. Uma unidade pode apresentar desempenho inferior em um indicador específico e, ainda assim, desempenhar papel crucial em outras dimensões de sua missão. Essa conclusão é particularmente importante para universidades e centros de pesquisa, nos quais parte dos resultados possui natureza intangível, cumulativa e de longo prazo. As implicações gerenciais dessa análise sugerem que:

1. Avaliações de eficiência devem ser multidimensionais, nunca baseadas em indicador único;

2. Diferentes tipos de unidades (centros de ensino puro, centros de pesquisa, departamentos interdisciplinares) podem requerer modelos DEA distintos;
3. A capacidade de uma unidade produzir resultados de longo prazo (como pesquisa que amadurece para inovação) deve ser considerada como aspecto positivo, não penalizado no período de investimento inicial;
4. Indicadores de eficiência devem ser acompanhados de análise contextual sobre missão institucional, especificidade acadêmica e objetivos estratégicos.

Como agenda de pesquisa, recomenda-se a construção de modelos DEA complementares, incorporando *outputs* relacionados à pós-graduação (mestrado e doutorado), produção científica (publicações, citações), inovação (patentes, transferência de tecnologia), captação de recursos externos (projetos financiados), e efetividade social (contribuição a problemas de relevância coletiva). Essa estratégia permitiria verificar empiricamente se a posição relativa do CBIOTEC e de outras unidades se altera quando a avaliação deixa de estar concentrada predominantemente na graduação presencial.

Em síntese, o Caso CBIOTEC permite formular a seguinte proposição: uma instituição pública pode ser pouco eficiente naquilo que o indicador mede e, simultaneamente, altamente relevante naquilo que o indicador não mede. É precisamente nesse intervalo entre o resultado mensurado e o valor produzido que reside o paradoxo investigado neste artigo. Compreender essa diferença é essencial para que avaliações de eficiência sirvam como

ferramentas de gestão inteligente, e não como instrumentos de redução simplista de universos complexos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Revista da Propriedade Industrial. Pedido BR 10 2024 016099-1: Desenvolvimento de polipeptídeo imunogênico do SARS-CoV-2 e sua aplicabilidade. Rio de Janeiro: INPI, 2024.

NÓBREGA NETO, L. A. Eficiência e Alocação de Recursos Públicos no Ensino Superior: Evidências dos Centros de Ensino de uma Universidade Federal Brasileira. Revista Tópicos, Rio de Janeiro, v. 4, n. 36, p. 1-17, 2026. ISSN: 2965-6672.

NÓBREGA NETO, Luis Alves da. A eficiência do gasto público na educação superior: uma análise da execução orçamentária da UFPB no período de 2015 a 2018. 2020. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública e Cooperação Internacional) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Centro de Biotecnologia. Histórico de Criação e Desenvolvimento. João Pessoa: UFPB, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Centro de Biotecnologia. Pesquisadora do CBIOTEC está entre os 12 contemplados no edital para combate à Covid-19 submetido ao BRICS. João Pessoa: UFPB, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Repositório Institucional. Trabalhos acadêmicos relacionados à Covid-19 e à resposta imunológica ao SARS-CoV-2. João Pessoa: UFPB. Disponível em: <http://repositorio.ufpb.br/>