



Aplicação da metodologia DEA na avaliação de eficiência de bibliotecas universitárias de uma Instituição Federal de Ensino Superior.

Rafael Santos Tavares

Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, Niterói, RJ
rafaeltavares13@hotmail.com

Geisa Meirelles Drumond

Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, Niterói, RJ
gmdrumond@gmail.com

Lidia Angulo Meza

Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, Niterói, RJ
lidiaangulomeza@id.uff.br

Mirian Picinini Mexas

Universidade Federal Fluminense
Rua Passo da Pátria 156, São Domingos, Niterói, RJ
mirian_mexas@vm.uff.br

RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar a eficiência de um grupo de bibliotecas universitárias que compõem o sistema de bibliotecas de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Adotou-se o modelo com retornos variáveis de escala e orientação aos resultados, composto por dois *inputs* (acervo e funcionários) e três *outputs* (visitantes, horas de funcionamento e circulação de livros). Além dos escores de eficiência padrão, foram utilizados na análise os escores de eficiência invertida e composta normalizada, com intuito de diminuir o número de unidades empatadas sobre a fronteira de eficiência. Os resultados indicaram que 11 dessas bibliotecas apresentaram índice de eficiência padrão igual a 1. Contudo, os índices de eficiência invertida e composta normalizada auxiliaram na identificação de possíveis unidades que tenham se beneficiado pelo modelo escolhido. Para bibliotecas que apresentaram baixos desempenhos, indicaram-se metas a serem seguidas para que alcancem a fronteira padrão.

Palavras-chave: Avaliação de eficiência, bibliotecas universitárias, DEA.

Tópico: DEA - Análise envoltória de dados

ABSTRACT

This study aims to evaluate the efficiency of a group of university libraries that make up the library system of a Federal Institution of Higher Education (IFES). It was adopted the model with variable returns of scale and results orientation, composed of two inputs (collection and employees) and three outputs (visitors, hours of operation and circulation of books). In addition to the standard efficiency scores, inverted efficiency and normalized composite efficiency scores were used in order to reduce the number of units tied to the efficiency frontier. The results indicated that 11 of these libraries had a standard efficiency index of 1. However, the inverted efficiency and normalized composite indexes helped to identify possible units that benefited from the chosen model. For libraries that performed poorly, targets were indicated to be followed to reach the standard boundary.

Keywords: Efficiency Evaluation, University libraries, DEA.

Topic: DEA - Data Envelopment Analysis



1. Introdução

Hoje, a realidade das bibliotecas universitárias em diversas partes do mundo refere-se à gestão de uma quantidade limitada de recursos que precisam ser alocados eficientemente de modo a promover o seu desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a eficiência está relacionada à produção de um número maior de *outputs*, ou seja, oferta de serviços, usando para isso um número mínimo de *inputs* (recursos).

Essas instituições competem por recursos, que são muitas vezes escassos, para atender as necessidades informacionais dos usuários. Dessa forma, precisam justificar os custos e a contribuição de tais recursos para o ensino e a pesquisa. Além disso, como as bibliotecas estão inseridas num contexto maior, dentro das universidades, o seu desempenho é importante para o desempenho geral da instituição.

Percebe-se, com isso, a importância da avaliação contínua das bibliotecas universitárias para garantir o equilíbrio entre o uso de recursos e a oferta de serviços oferecidos à sociedade, cumprindo sua função social de prover informação de qualidade para o seu público alvo e contribuindo, desse modo, para o processo de ensino, pesquisa e extensão. Sendo assim, este estudo tem como objetivo utilizar DEA para avaliar a eficiência de um grupo de bibliotecas universitárias, que compõem o sistema de bibliotecas de uma Instituição Federal de Ensino Superior, destacando as bibliotecas com os melhores desempenhos, conforme o método avaliativo adotado, e aquelas com maior potencial para melhorias.

O presente estudo está organizado em seis seções. Na primeira seção, realizou-se uma breve contextualização do tema, abordando-se, na segunda seção, a avaliação de eficiência em bibliotecas universitárias. Na terceira seção, discutiu-se sobre o uso de DEA para avaliar eficiência, dando ênfase ao modelo BCC e aos conceitos de eficiência invertida e composta, além de serem apresentados, com base na literatura científica, alguns estudos sobre aplicação de DEA em bibliotecas universitárias. O método ou a modelagem proposta neste estudo foi traçado na quarta seção e os resultados foram analisados e discutidos na quinta seção. Na sexta seção, apresentaram-se as conclusões deste estudo.

2. Avaliação de eficiência em bibliotecas universitárias

Nas universidades públicas brasileiras, a avaliação realizada pela Comissão do Ministério da Educação (MEC) sobre o desempenho dos cursos de graduação, para validar a sua manutenção ou abertura de novos cursos, confere à biblioteca uma posição de destaque, ao serem considerados critérios como qualidade e quantidade do acervo disponibilizado.

A compatibilidade do acervo das bibliotecas com as disciplinas oferecidas é uma das exigências do MEC para a sustentabilidade dos cursos oferecidos pela universidade. Verificam-se a pertinência e a atualidade do acervo, tendo em vista as ementas dos cursos de graduação que estão sendo avaliados, constando, no relatório elaborado pela comissão, os pontos positivos e negativos em relação às bibliografias básicas e complementares dos cursos avaliados.

Além do acervo das bibliotecas, outros critérios são considerados na avaliação do MEC, tais como: serviços, que incluem, entre outros, sistema de informatização, empréstimo domiciliar, reserva de livros pela internet, cópias de documentos tanto na universidade quanto externamente, e espaço físico [Brasil, 2010].

Desse modo, a gestão das bibliotecas universitárias deve ter como foco a melhoria da qualidade dos serviços prestados aos usuários, o que envolve um processo avaliativo constante e posterior adoção de medidas corretivas que visem otimizar recursos e/ou resultados para que possa operar de forma eficiente.

De acordo com [Carvalho et al., 2013:73], “a avaliação sistemática do desempenho organizacional contribui para melhorar a gestão ao produzir, entre outras coisas, a informação necessária para identificar e entender as causas do sucesso ou dos insucessos”.

Sobre esse aspecto, existem fatores que conduzem à necessidade de avaliação contínua da eficiência nas bibliotecas universitárias, tais como: orçamentos cada vez mais restritos [Shahwan e Kaba, 2013], pressões por melhores serviços e resultados, valendo-se de menos



recursos [Shim e Kantor, 1998] e ainda, rápidas mudanças tecnológicas que demandam cada vez mais investimentos [Noh, 2011]. Na visão de [Shim, 2003], as pressões sofridas pelas bibliotecas universitárias justificam o uso de recursos de acordo com os serviços prestados e o impacto para seus usuários.

3. DEA em bibliotecas universitárias

O uso de DEA para avaliar eficiência tem sido aplicado nos mais diversos campos de atuação, o que pode ser confirmado pelo aumento da literatura sobre o tema [Liu et al., 2013].

3.1. Modelo BCC.

O modelo BCC trabalha com retornos variáveis de escala, procurando, assim, evitar problemas existentes em situações de competição imperfeita [Gomes et al., 2003]. [Soares de Mello et al., 2005] explicam que o modelo BCC substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo axioma da convexidade e consequentemente permite que as DMU's que operam com baixos valores de *inputs* tenham retornos crescentes de escala e as que operam com altos valores, tenham retornos decrescentes de escala. A Figura 2 apresenta o problema de programação linear (PPL) referente ao modelo de retornos de escala variável orientado a *output*, o qual é adotado por esse estudo.

$$\begin{aligned} & \text{Min } \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + v_s \\ & \text{sujeito a} \\ & \sum_{j=1}^n u_j y_{jk} = 1 \\ & - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^n u_j y_{jk} - v_s \leq 0, \forall k \\ & v_i, u_j \geq 0, v_s \in \mathbb{R} \end{aligned}$$

Figura 2. Problema de programação Linear (PPL)

Fonte: Soares de Mello et al., 2005.

3.2. Eficiência invertida e eficiência composta.

Para resolver o problema das unidades classificadas como falsamente eficientes e proporcionar uma maior discriminação das DMU's, ou seja, diminuir a quantidade de unidades empatadas na fronteira de eficiência (maior poder discriminatório), [Yamada et al., 1994] propuseram um método conhecido como fronteira invertida. Esse método consiste na inversão dos *inputs* com os *outputs* de forma a medir a ineficiência de uma DMU, proporcionando desse modo uma visão oposta da fronteira clássica de DEA [Leta et al., 2005].

O conceito de eficiência composta surge com a proposta de construir um índice que considere a avaliação pela fronteira invertida e que permita uma classificação completa das unidades em estudo. A equação 1 demonstra como a eficiência composta é obtida:

$$Eff_c = \frac{[Eff_p + (1 - Eff_i)]}{2}$$

onde: Eff_c é a eficiência composta, Eff_p é a eficiência padrão obtida e Eff_i é a eficiência invertida.

3.3. DEA para avaliação de bibliotecas universitárias: Revisão da Literatura

Nessa seção, foram apresentados os resultados de uma pesquisa na literatura realizada nas bases científicas Scopus, Web of Science e Scholar Google no ano de 2015. O quadro 1 apresenta alguns artigos que avaliam a eficiência em BU's utilizando a ferramenta DEA, são verificados também as DMU's e os modelos DEA utilizados pelos autores.



Quadro 1. Avaliação de eficiência com DEA no contexto das bibliotecas universitárias

Autores	DMU's avaliadas	Modelo Utilizados
Chen (1997a)	23 bibliotecas universitárias na Cidade de Taipei e região	DEA - BCC e CCR
Chen (1997b)	23 bibliotecas universitárias sem fins lucrativos em Taipei	DEA
Shim e Kantor (1998)	95 bibliotecas universitárias americanas (públicas e privadas)	DEA - BCC - <i>inputs</i>
Shim e Kantor (1999)	95 bibliotecas universitárias americanas (públicas e privadas)	DEA - Região de Segurança (Tipo II)
Kao e Lin (1999)	24 bibliotecas universitárias de Taiwan	Modelo DEA desenvolvido pelos autores
Kao e Liu (2000)	24 bibliotecas universitárias de Taiwan	Modelo FUZZY DEA
Saunders (2002)	88 bibliotecas acadêmicas vinculadas à Associação de Bibliotecas de Pesquisa (ARL)	DEA (BCC) + Fronteira Estocástica
Han e Hong (2002)	29 bibliotecas universitárias de Seul	DEA
Shim (2003)	95 bibliotecas universitárias americanas (públicas e privadas)	DEA - Região de Segurança (Tipo II)
Kao e Lin (2004)	24 bibliotecas universitárias de Taiwan	DEA - Região de Segurança
Reichmann (2004)	118 bibliotecas universitárias de países de língua alemã e países de língua inglesa	DEA CCR - <i>outputs</i>
Stancheva, Angelova (2004)	5 bibliotecas universitárias da cidade de Varna, Bulgária	DEA CCR - <i>inputs</i>
Reichmann e Sommersguter-Reichmann (2006)	118 bibliotecas universitárias da Alemanha, Austrália, Áustria, Canadá, Estados Unidos e Suíça	DEA BCC - <i>outputs</i>
Simón de Blas et al. (2007)	26 bibliotecas vinculadas a Universidad Complutense de Madri	DEA
Lili (2008)	10 bibliotecas universitárias na região de Changsha - China.	DEA
Jorge et al. (2009)	37 bibliotecas universitárias integradas a uma IFES no Rio de Janeiro	DEA - BCC orientado a <i>outputs</i>
Liu e Chuang (2009)	24 bibliotecas universitárias de Taiwan	Modelo Fuzzy DEA/AR
Reichmann e Sommersguter-Reichmann (2009)	34 bibliotecas universitárias de países europeus e 34 bibliotecas universitárias dos Estados Unidos.	DEA - BCC - <i>outputs</i>
Carvalho et al. (2011)	37 bibliotecas universitárias integradas a uma IFES no Rio de Janeiro	DEA - BCC - <i>outputs</i>
Simon et al. (2011)	34 bibliotecas universitárias espanholas	DEA CCR - <i>inputs</i>
Noh (2011)	89 bibliotecas universitárias coreanas	DEA -CCR/BCC - <i>inputs</i>
Carvalho et al. (2012)	37 bibliotecas universitárias integradas a uma IFES no Rio de Janeiro	DEA - BCC - <i>outputs</i>
Shahwan e Kaba (2013)	11 bibliotecas universitárias dos países do Conselho de Cooperação do Golfo	DEA -CCR/BCC - orientado a <i>outputs</i>
Carvalho et al. (2013)	37 bibliotecas universitárias integradas a uma IFES no Rio de Janeiro	DEA - BCC orientado a <i>outputs</i>
Hsieh, Chin e Wu (2014)	Bibliotecas eletrônicas vinculadas à 16 taiwanesas	DEA - BCC - <i>outputs</i>



O Quadro 1 apresenta vários estudos que utilizam DEA para avaliar eficiência em bibliotecas universitárias. [Shim e Kantor, 1999], [Noh, 2011] e [Hsieh, Chin e Wu, 2014] aplicam a ferramenta considerando o uso eficiente de recursos eletrônicos. No estudo desenvolvido por [Noh, 2011], constatou-se que a eficiência de BU's variou significativamente consoante à inclusão ou não de recursos eletrônicos nas bibliotecas. Do mesmo modo, [Shim e Kantor, 1999] consideraram a transição das bibliotecas tradicionais para o uso de recursos eletrônicos, justificando a aplicação de DEA no novo ambiente da biblioteca digital.

O estudo de [Shim, 2003] apresentou a análise envoltória de dados como um modelo apropriado para avaliar eficiência técnica das bibliotecas com base nas melhores práticas desenvolvidas nessas instituições. Nessa mesma linha [Shim e Kantor, 1998], [Saunders, 2002] revelaram a utilidade da ferramenta DEA para a avaliação do desempenho de bibliotecas universitárias, sendo uma poderosa ferramenta de apoio para a gestão de bibliotecas acadêmicas.

No Brasil, os estudos desenvolvidos por [Jorge et al., 2009] e [Carvalho et al., 2011, 2012, 2013] demonstraram que o modelo DEA é útil para avaliar a eficiência de sistemas de bibliotecas universitárias, viabilizando a criação de planos de operação para melhorar o seu desempenho com base nos resultados obtidos.

O continente asiático é a origem de grande parte dos trabalhos publicados nesse contexto, com destaque para publicações em bibliotecas de Taiwan. Alguns trabalhos desenvolvidos por autores asiáticos são: [Chen, 1997a, b], [Kao e Lin, 1999], [Kao e Liu, 2000], [Han e Hong, 2002], [Kao e Lin, 2004], [Lili, 2008], [Liu e Chuang, 2009] e [Shahwan e Kaba, 2013].

Por meio da revisão de literatura é possível perceber que a ferramenta DEA é amplamente aplicada em diferentes contextos, perspectivas e regiões, sendo, portanto, um instrumento avaliativo amplamente utilizado para diagnosticar problemas de *performance* nessas unidades e sugerir soluções para otimizar o desempenho daquelas consideradas ineficientes.

4. Modelagem

Na avaliação da qualidade das bibliotecas universitárias, pretende-se avaliar a capacidade que cada uma delas tem de utilizar seus recursos para explorar ao máximo a oferta de serviços referentes à circulação de livros, de forma a atender o maior número de usuários, alinhando-se aos principais custos relativos ao seu funcionamento. Acredita-se que com recursos cada vez mais restritos e demandas cada vez mais específicas e onerosas nesse contexto, as bibliotecas universitárias devem direcionar seus esforços em otimizar o número de usuários atendidos para justificar o nível de recursos disponíveis.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo determinar os índices de eficiência de 22 bibliotecas universitárias, pertencentes ao sistema de bibliotecas de uma IFES brasileira, referente à capacidade de uso de recursos para fornecer uma maior oferta de serviços e atendimento aos usuários. Essas bibliotecas vinculam-se às unidades e cursos de graduação e pós-graduação que atendem, sendo divididas em diversas áreas de atuação. Nessa seção, foram seguidas as orientações de [Golany e Roll, 1989], destacando-se as três etapas a serem cumpridas na implementação do problema durante a modelagem da análise envoltória de dados: definição de DMU's, seleção das variáveis e, por fim, escolha do modelo que envolve o tipo de retornos de escala e a orientação.

Para essa avaliação foram consideradas as DMU's que apresentaram dados completos referentes a cada variável utilizada no modelo proposto, sendo excluídas da análise duas bibliotecas recém-inauguradas, duas bibliotecas escolares, por não estarem dentro do escopo desta análise e algumas bibliotecas que não possuíam dados referentes às variáveis definidas nesse trabalho para o ano da análise. Desse modo, baseado nos resultados encontrados por [Tavares et al., 2016], que a partir de uma análise na literatura sugerem *inputs* e *outputs* para a avaliação da eficiência de BU's, foram utilizados no presente trabalho, dois *inputs* e três *outputs* para determinação de eficiência das 22 bibliotecas selecionadas. A Figura 1 mostra o modelo avaliativo considerado para obtenção de escores de eficiência de acordo com o objetivo estabelecido nesse trabalho.

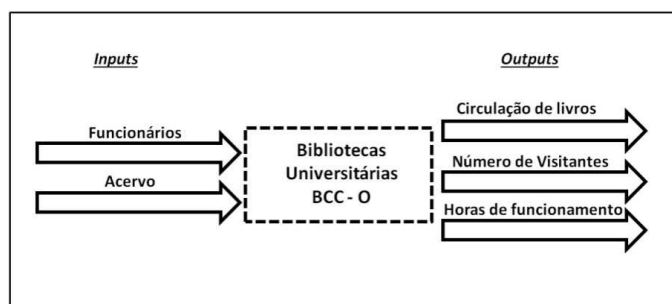


Figura 1. Modelo avaliativo para obtenção de escores de eficiência

Fonte: Tavares et al. (2016).

A escolha dessas variáveis está diretamente alinhada com trabalhos encontrados na literatura e indexados em importantes bases científicas, que utilizam a técnica DEA dentro desse contexto. É importante destacar que os dados referentes a essas variáveis foram coletados junto à coordenação das bibliotecas dessa IFES, com apoio de profissionais que auxiliaram na extração de informações a partir de relatórios institucionais dentro do Portal Pergamum e de relatórios enviados para compor o relatório de gestão da universidade no ano de 2015. O Quadro 2 mostra as siglas e uma breve descrição de cada *input* e cada *output* dispostos na Figura 1.

Quadro 2. Siglas e uma breve descrição dos *inputs* e *outputs*

INPUT	SIGLA	DESCRIÇÃO
Funcionários	FUNC	Representa a força de trabalho das bibliotecas. Incluem-se bibliotecários e apoio administrativo (servidores e prestadores de serviços contratados). Os estagiários foram excluídos da análise pela rotatividade e pela carga horária reduzida.
Acervo	ACRV	Variável amplamente considerada em estudos de avaliação em bibliotecas universitárias. Refere-se ao total de livros vinculados a cada biblioteca universitária.
OUTPUTS		
Circulação de Livros	CIRC	Esse <i>output</i> é formado pelo total de consultas, empréstimos e renovações realizados nas bibliotecas. Representa o principal serviço prestado pelas BU's e relaciona-se diretamente a variável acervo.
Número de Visitantes	NVIS	Total de pessoas que circulam anualmente em cada biblioteca. Essa variável ajusta-se a modelagem, uma vez que o número de funcionários e o acervo disponível devem ser adequados à quantidade de pessoas que buscam os serviços dessas BU's.
Hora de Funcionamento	HFUN	Representa o número de horas diárias em que as bibliotecas universitárias disponibilizam seus recursos para atender as demandas específicas dos usuários através da oferta de serviços. Seguiu-se a tendência de outros artigos, os quais em sua grande maioria, utiliza essa variável como <i>output</i> , entendendo que quanto maior o número de horas de funcionamento, maior é o benefício oferecido a toda comunidade acadêmica. Apesar de verificar que alguns autores entendem que essa variável pode ser um <i>input</i> , foi considerado o não interesse de reduzir a quantidade de horas de serviço prestado pelas bibliotecas e ainda o modelo clássico utilizado, de apenas um estágio.

Verifica-se que existe no conjunto de variáveis apresentadas uma relação entre cada *input* e *output*. Destaca-se que essa relação busca atingir o principal intuito apresentado nesse modelo: a necessidade de cada BU atender o maior número de usuários, satisfazendo principalmente a sua



demanda por acesso ao material através de consultas, empréstimos e renovações. Para isso, as BU's devem manter seus principais custos estabilizados, representados pelos *inputs* funcionários e acervo. O Quadro 3 apresenta a lista de bibliotecas consideradas na análise de eficiência.

Quadro 3. Lista das bibliotecas universitárias avaliadas

BIBLIOTECAS	SIGLAS	ÁREA	LOCAL
Biblioteca Universitária de Campos dos Goytacazes	(BUCG)	C. Sociais Aplicadas	INTERIOR
Biblioteca de Administração e Ciências Contábeis	(BAC)	C. Sociais Aplicadas	SEDE
Biblioteca da Faculdade de Economia	(BEC)	C. Sociais Aplicadas	SEDE
Biblioteca da Faculdade de Direito	(BFD)	C. Sociais Aplicadas	SEDE
Biblioteca da Escola de Arquitetura e Urbanismo	(BAU)	C. Sociais Aplicadas	SEDE
Biblioteca Nova Friburgo	(BNF)	Ciências da Saúde	INTERIOR
Biblioteca das Faculdades de Nutrição e Odontologia	(BNO)	Ciências da Saúde	SEDE
Biblioteca da Faculdade de Veterinária	(BFV)	Ciências da Saúde	SEDE
Biblioteca da Faculdade de Medicina	(BFM)	Ciências da Saúde	SEDE
Biblioteca da Faculdade de Farmácia	(BFF)	Ciências da Saúde	SEDE
Biblioteca da Escola de Enfermagem	(BENF)	Ciências da Saúde	SEDE
Biblioteca do Instituto do Noroeste Fluminense	(BINF)	C. Exatas e da Terra	INTERIOR
Biblioteca do Instituto de Geociências	(BIG)	C. Exatas e da Terra	SEDE
Biblioteca do Instituto de Física	(BIF)	C. Exatas e da Terra	SEDE
Biblioteca de Pós-Graduação em Geoquímica	(BGQ)	C. Exatas e da Terra	SEDE
Biblioteca do Instituto Biomédico	(BIB)	Ciências Biológicas	SEDE
Biblioteca da Esc. de Eng. Industrial e Metalúrgica	(BEM)	Engenharias	INTERIOR
Biblioteca da Escola de Engenharia e de Computação	(BEE)	Engenharias	SEDE
Biblioteca do Aterrado - Volta Redonda	(BAVR)	Multidisciplinares	INTERIOR
Biblioteca de Rio das Ostras	(BRO)	Multidisciplinares	INTERIOR
Biblioteca Central do Valonguinho	(BCV)	Multidisciplinares	SEDE
Biblioteca Central do Gragoatá	(BCG)	Multidisciplinares	SEDE

Por meio do Quadro 3 é possível identificar as bibliotecas que pertencem a *campus* localizados na cidade sede da universidade e aquelas localizadas em *campus* do interior. Percebe-se que a maior parte das unidades estão na cidade sede (16 bibliotecas), e outras 6 bibliotecas estão espalhadas por diversas cidades nas quais a universidade possui *campus*. Outro ponto identificado refere-se às áreas de atuação dessas bibliotecas. As mesmas estão divididas em áreas distintas, com destaque para as bibliotecas vinculadas a cursos pertencentes às áreas de ciências sociais e aplicadas e de ciências da saúde, que compõem metade do total de bibliotecas.

Por fim, foi utilizado neste trabalho o modelo clássico de retornos variáveis de escala (BCC) com orientação aos resultados. O uso do modelo BCC foi escolhido uma vez que não há garantia sobre a proporcionalidade entre os *inputs* (funcionários e acervo) e os *outputs* (circulação, número de visitantes de horas de funcionamento). Também foi considerada, na escolha do modelo, a diferença de tamanho entre as bibliotecas sob análise, sendo consideradas no mesmo conjunto de DMU's, bibliotecas centrais instaladas na cidade sede da IFES, que apresentam uma grande área para acervo e consulta e contam ainda com dezenas de funcionários, e no outro extremo, bibliotecas do interior que atendem a uma quantidade mínima de cursos e utilizam um espaço bem inferior às instalações da sede. Quanto à orientação, podemos justificar a análise voltada aos resultados, uma vez que não é o objetivo reduzir a quantidade de funcionários ou acervo de cada biblioteca. Como a pesquisa trata de uma instituição federal, existe um



complicador na movimentação e diminuição da força de trabalho, dada à estabilidade dos funcionários efetivos. Deve-se mencionar que como o objetivo é atender o maior número de usuários possível, também não faria sentido reduzir o acervo de cada BU. Assim, a orientação a *outputs* visará um incremento nos resultados de cada biblioteca, mantendo o nível de recursos já existentes. Nos trabalhos verificados no Quadro 1, percebe-se que nesse contexto a orientação a *outputs* é mais utilizada.

É importante ressaltar que na seção de resultados, para evitar problemas com baixa discriminação entre as DMU's foram analisados juntamente com os escores de eficiência padrão, as eficiências invertida e composta normalizada.

O conceito de eficiência composta surge com a proposta de construir um índice que considere a avaliação pela fronteira invertida e que permita uma classificação completa das unidades em estudo. Esse índice é definido pela média aritmética entre a eficiência em relação à fronteira DEA convencional (padrão) e o complemento da eficiência em relação à fronteira invertida [Soares de Mello et al., 2008].

5. Resultados

Nessa seção foram apresentados os escores de eficiência de cada uma das bibliotecas avaliadas pertencentes à IFES sob análise. Os resultados encontrados foram obtidos através da aplicação da modelagem proposta na seção anterior, utilizando-se o *software* SIAD, versão 3, desenvolvido por [Angulo Meza et al., 2005].

O Quadro 4 dispõe as eficiências padrão, invertida e composta normalizada obtidas após a inserção dos dados no sistema SIAD, sendo dispostas de forma decrescente, de acordo com a eficiência composta normalizada, com intuito de organizar inicialmente as DMU's com melhor desempenho, sendo seguidas pelas unidades menos eficientes.

Quadro 4. Eficiências padrão, invertida e composta, obtidas por meio do sistema SIAD

DMU	Padrão	Invertida	Composta*
BIF	1	0,744636	1
BEM	1	0,7739	0,976689
BRO	1	0,78824	0,965266
BINF	1	0,862236	0,906322
BAVR	1	0,877392	0,894249
BFF	1	0,880031	0,892147
BGQ	1	0,884862	0,888299
BCV	0,932707	0,839741	0,870638
BFM	0,962499	0,910443	0,838049
BNF	1	1	0,796582
BEE	1	1	0,796582
BCG	1	1	0,796582
BUCG	1	1	0,796582
BNO	0,913979	0,918201	0,793219
BIG	0,945496	1	0,753165
BIB	0,894828	0,972745	0,734514
BAC	0,884615	1	0,704669
BFV	0,868769	1	0,692045
BENF	0,855247	1	0,681275
BEC	0,846154	1	0,674031
BFD	0,846154	1	0,674031
BAU	0,83756	1	0,667185

O Quadro 4 mostra a *performance* das 22 bibliotecas universitárias avaliadas, juntamente com os escores de eficiência encontrados para cada uma delas. Salienta-se que esses resultados referem-se exclusivamente ao conceito de eficiência delimitado pelo modelo aplicado e refletem



o desempenho de cada unidade em relação ao conjunto de bibliotecas analisadas, de forma que se fossem inseridas ou retiradas variáveis ou DMU's, os resultados poderiam sofrer alterações.

Inicialmente verificou-se que 11 das 22 bibliotecas universitárias apresentaram índice de eficiência padrão igual a 1, ou seja, estão localizadas na fronteira de eficiência padrão e podem ser consideradas eficientes. Percebe-se que o número de DMU's eficientes chega a ser metade das bibliotecas avaliadas, um número grande que diminui a possibilidade de análise e de certa forma favorece unidades menos eficientes. Dessa forma, como mencionado anteriormente, os escores de eficiência invertida e composta normalizada possibilitarão uma melhor interpretação desses resultados e auxiliarão em uma melhor discriminação dessas unidades.

Das bibliotecas que se apresentam sobre a fronteira de eficiência padrão, seis delas estão fora da cidade sede da IFES (campus do interior) e cinco estão localizadas nos campus situados na cidade sede. Quanto à relação dessas bibliotecas com os cursos atendidos, é possível destacar que as duas bibliotecas ligadas a cursos de engenharia obtiveram índice de eficiência padrão igual a 1 (BEM e BEE). Das quatro bibliotecas multidisciplinares, três foram eficientes padrão (BCG, BAVR e BRO). Por fim, das cinco bibliotecas relacionadas à área de ciências sociais aplicadas, apenas BUCG apresentou índice de eficiência padrão igual a 1.

Em uma análise mais ampla, do total de onze unidades eficientes padrão, quatro obtiveram eficiência invertida igual a 1 (BNF, BEE, BCG e BUCG), o que pode significar que essas unidades foram beneficiadas pela benevolência do modelo BCC na distribuição de pesos e apesar de obter índice de eficiência padrão 1, podem ser consideradas "falsamente eficientes" ou "eficientes por *default*", ou seja, eficiente apenas por apresentar o menor valor em um dos *inputs* e/ou o maior valor do *output* [Gomes et al., 2005].

Analisando a DMU BNF, fica ainda mais evidente que essa unidade se beneficia da benevolência do modelo, uma vez que possui o menor acervo de livros dentre as unidades avaliadas, contrastando com o baixo volume de circulação de livros e a menor quantidade de horas de funcionamento do grupo, apenas 8 horas diárias, enquanto a média é superior a 11 horas de funcionamento por dia. Já as DMU's BEE, BCG e BUCG apesar de não possuírem um dos menores *inputs* ou um dos maiores *outputs* do grupo, há evidências de que alguns dos seus maus desempenhos foram amenizados, uma vez que apresentam eficiência padrão igual a 1 e ainda assim pode ser verificado que as bibliotecas BCV e BFM, que não são eficientes padrão, possuem eficiência composta normalizada maior que essas bibliotecas universitárias.

Quanto às demais bibliotecas com eficiência padrão igual a 1, destaca-se a DMU BIF, uma biblioteca da cidade sede, que atingiu o maior índice de eficiência composta normalizada. Essa biblioteca obteve desempenho superior em relação a tradicionais bibliotecas dessa IFES, como a BCG, que é uma biblioteca central multidisciplinar, que conta com o maior acervo dentre todas as bibliotecas, com o maior número de funcionários e o maior espaço físico dentre todas as unidades. Provavelmente essa biblioteca, apesar de ser eficiente padrão, não consegue manter uma relação recursos *versus* resultados tão boa como a DMU BIF, que se destaca por ser uma biblioteca que apresenta números satisfatórios para todos os três *outputs* utilizados na modelagem, e, ainda, conta com um acervo bem modesto e um número de funcionários pequeno, comparado às demais bibliotecas localizadas na cidade sede da IFES.

Outros bons desempenhos que merecem ser destacados são as bibliotecas BEM, que juntamente com BRO apresentam o maior horário de funcionamento dentre as unidades avaliadas. Ambas são bibliotecas localizadas em um campus do interior, ou seja, não estão na cidade sede da IFES. Acrescenta-se ainda que a DMU BEM possui uma circulação de usuários quase três vezes maior que BRO, contando com um acervo menor e apenas dois funcionários a mais que essa biblioteca.

Ainda entre os melhores desempenhos encontra-se a DMU BAVR que junto com a DMU BCG formam as duas maiores bibliotecas do sistema da IFES. Ressalta-se que a DMU BAVR, ainda que possua um acervo significativamente menor que a biblioteca BCG, possui os maiores valores para as variáveis de saída "frequência de usuários" e "circulação de livros", apontando uma *performance* positiva na transformação de recursos em serviços dessas bibliotecas. Por fim, a DMU BCQ, assim como a DMU BFF, possui uma quantidade de livros e funcionários bem



abaixo da média aferida no grupo. Entretanto, quando verificamos os seus *outputs*, podemos perceber que assim como os recursos utilizados por elas, encontram-se abaixo da média.

Para concluir, podemos destacar as bibliotecas BFV, BENF, BEC, BFD e BAU como as cinco unidades com maior possibilidade de melhorias, por apresentarem os menores índices de eficiência composta normalizada dentro do grupo de análise.

O mau desempenho da DMU BFV pode ser justificado pelos baixos valores apresentados para dois *outputs*: horas de funcionamento e circulação de livros. Ainda que essa biblioteca apresente uma utilização satisfatória dos seus recursos, comparado às demais unidades do grupo, os resultados obtidos não acompanham os recursos utilizados e ficam aquém do esperado.

Por fim, para auxiliar na melhoria da *performance* dessas cinco bibliotecas com os menores índices de eficiência composta normalizada, elaborou-se o Gráfico 1, que indica metas a serem seguidas por essas unidades. Cabe ressaltar que as metas são para melhoria na fronteira padrão e não para a invertida e nem para melhoria no índice da eficiência composta.

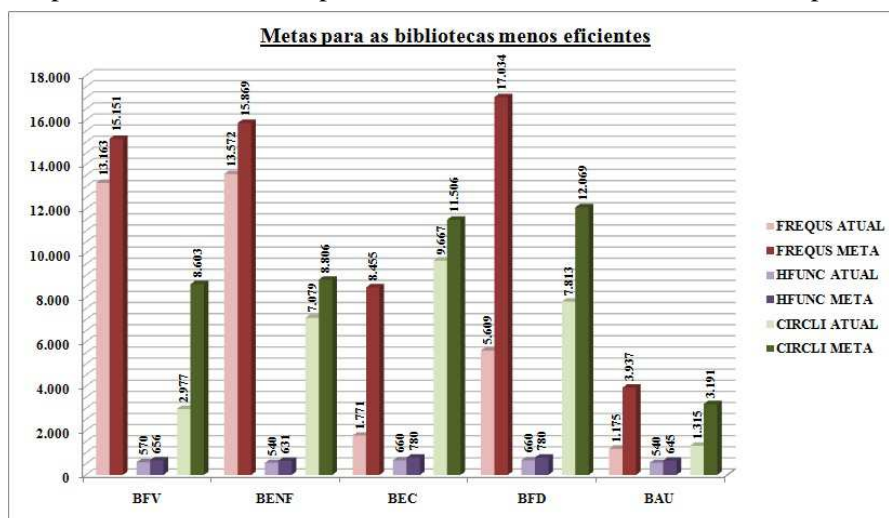


Gráfico 1. Metas para as bibliotecas alcançarem a eficiência

6. Conclusão

Nesse estudo foi proposta a avaliação de eficiência de 22 BU's integrantes de uma Instituição Federal de Ensino Superior brasileira, com o objetivo de verificar a capacidade que cada uma delas tem de utilizar seus recursos de forma a explorar ao máximo a oferta de serviços para a comunidade acadêmica atendida. Para isso, optou-se pelo uso de um modelo composto por dois *inputs* (acervo e funcionários) e três *outputs* (circulação de livros, números de visitantes e horas de funcionamento), com base em estudos anteriores realizados nesse mesmo contexto.

A princípio, metade das 22 bibliotecas universitárias obtiveram índice de eficiência padrão máximo, entretanto, após a verificação dos índices de eficiência invertida e composta normalizada, foi possível uma maior discriminação das unidades sob análise.

Assim, verificou-se que biblioteca BIF destaca-se por apresentar um desempenho superior às outras unidades, superando bibliotecas centrais dessa IFES, que apresentam uma infraestrutura diferenciada. Acredita-se que a DMU BIF apresentou o maior escore de eficiência composta normalizada por possuir números satisfatórios para todos os três *outputs* utilizados na modelagem, e ainda, um acervo bem modesto e um número de funcionários pequeno, comparado às demais bibliotecas localizadas na cidade sede da IFES.

Vale ressaltar que algumas bibliotecas precisam de melhorias significativas para alcançar a fronteira de eficiência, como é o caso da DMU BAU, que, apesar de não contar com um número grande de recursos, apresenta a menor circulação de livros dentre todas as unidades avaliadas e a segunda menor frequência de usuários em suas instalações. Dessa forma é possível concluir que apesar de não haver excesso de recursos empregados, ainda assim, essa biblioteca não oferece seus serviços em um nível considerado satisfatório.



Outros estudos podem complementar a análise proposta nesse artigo, como a aplicação de um modelo network DEA, onde a variável "horas de funcionamento" seria empregada como um *input* intermediário, dada a discussão a respeito da duplicidade de perspectivas oferecidas por essa variável, já que uma BU com baixo número de horas de funcionamento e grande volume de serviços pode ser apontada como eficiente e ainda, por outro lado, existem aqueles que enxergam que quanto maior o número de horas de funcionamento, maior é o benefício oferecido aos usuários e a toda comunidade acadêmica, independentemente dos recursos consumidos.

Sugere-se ainda, uma aplicação de um modelo de região de segurança, atribuindo-se diferentes pesos para as variáveis de acordo com a importância de cada uma delas para os gestores, e ainda, expandir a análise considerando a *performance* das bibliotecas universitárias em três anos consecutivos, sendo possível viabilizar a proposta de uma análise comparativa entre os modelos e posteriormente analisar a evolução de cada biblioteca ao longo do tempo.

Referências

- Angulo Meza, L. Biondi Neto, L.; Soares de Mello, J.C.C.B.; Gomes, E.G. (2005). ISYDS - Integrated System for Decision Support (SIAD - Sistema Integrado de Apoio à Decisão): a software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional*, 25:493-503.
- Brasil. Ministério da Educação (2010, setembro). *Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES: instrumento de avaliação institucional externa*. Brasília. http://download.inep.gov.br/download/superior/institucional/2010/instrumento_avaliacao_institucional_externa_recredenciamento.pdf. Acessado: 01-03-2016.
- Carvalho, F. A. Jorge, M. J.; Jorge, M. F. e Medeiros, R. O. (2013, mayo/agosto). Análise de eficiência e desempenho no longo prazo: ilustração empírica de um modelo para avaliação de bibliotecas públicas. *Investigación bibliotecológica*, 27(60): 71-95
- Carvalho, F.A.; Jorge, M. J.; Jorge, M. F.; Russo, M.; Sá, N. O. (2012). Library performance management in Rio de Janeiro, Brazil: applying DEA to a sample of university libraries in 2006-2007. *Library Management*, 36(4/5): 297-306.
- Carvalho, F. A. Jorge, M. J.; Jorge, M. F.; Avellar, C. M. e Flach, E. (2011, janeiro/junho). Análise envoltória de dados na gestão do desempenho de bibliotecas universitárias: o caso de IFES no Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, 7(1): 4-21.
- Chen, T-Y. (1997a). A measurement of the resource utilization efficiency of universities libraries. *International Journal Production Economics*, 53: 71-80.
- Chen, T-Y. (1997b). An evaluation of the relative performance of university libraries in Taipei. *Asian Libraries*, 6(1/2): 39-50.
- Golany, B. e Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3): 237-250.
- Gomes, E. G., Mangabeira, J. A. C. e Soares de Mello, J. C. C. B. (2005). Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 43(4): 607-631.
- Gomes, E. G., Soares de Mello, J. C. C. B., Biondi Neto, L. (2003). Avaliação de eficiência por análise envoltória de dados: conceitos, aplicações à agricultura e integração com sistemas de informação geográfica. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite. (Documento 28).
- Han, D-O e Hong, B-Y. (2002). Efficiency of University libraries in Seoul by DEA. *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, 36(3): 275-86.
- Hsieh, L-F., Chin, J-B. e Wu, M-C. (2014). Cost efficiency and service effectiveness for university e-libraries in Taiwan. *The Electronic Library*, 32(3): 308 – 21.
- Jorge, M. F.; Jorge, M. J.; Carvalho, F. A.; Russo, M.; Sá, N. O. e Horta, R. A. M. (2009). Gestão do Desempenho de Organizações Públicas: um estudo empírico sobre bibliotecas universitárias em uma IFES no Rio de Janeiro. In: *Anais do XXXIII Encontro ANPAD*.
- Kantor, P. B. e Saracevic, T. (1999). Quantitative study of the value of research libraries: a foundation for the evaluation of digital libraries. *Proceedings of the ASIS Annual Meeting*, 36: 407-419.
- Kao, C. e Lin, Y-C. (1999). Comparing university libraries of different university size. *Libri*, 49: 150-58.



- Kao, C. e Lin, Y-C. (2004). Evaluation of the university libraries in Taiwan: total measure versus ratio measure. *Journal of the Operational Research Society*, 55:1256-65.
- Kao C. e Liu, S-T. (2000). Data envelopment analysis with missing data: an application to university libraries in Taiwan. *Journal of the Operational Research Society*, 51: 871-905.
- Leta, F.R.; Soares de Mello, J.C.C.B.; Gomes, E.G. e Angulo Meza, L. (2005). Métodos de melhora de ordenação em DEA aplicados à avaliação estática de tornos mecânicos. *Investigação Operacional*, 25: 229-242.
- Lili, Z. (2008). Measures university libraries efficiency of Changsha Region using DEA. In: International Conference on Logistics Engineering and Supply Chain. *Conference Paper*: 160-163.
- Liu, J. S.; Lu, L. Y. Y.; Lu, W. e Lin, B. J. Y. (2013, january). Data envelopment analysis 1978–2010: A citation-based literature survey. *Omega*, 41 (1): 3-15.
- Liu, S.-T. e Chuang, M. (2009). Fuzzy efficiency measures in fuzzy DEA/AR with application to university libraries. *Expert Systems with Applications*, 36(2): 1105-1113.
- Noh, Y. (2011). Evaluation of the resource utilization efficiency of university libraries using DEA techniques and a proposal of alternative evaluation variables. *Library Hi Tech*, 29(4): 697-724.
- Reichmann, G. (2004). Measuring university library efficiency using data envelopment analysis. *Libri*, 54(2): 136–146.
- Reichmann, G e Sommersguter-Reichmann, M. (2006). University library benchmarking: an international comparison using DEA. *International Journal Production Economics*, 100: 131-47.
- Reichmann, G. e Sommersguter-Reichmann, M. (2009). Efficiency measures and productivity indexes in the context of university library benchmarking. *Applied Economics*, 42(3): 311-23.
- Saunders, E. S. (2002). Cost efficiency in ARL Academic Libraries. *Libraries Research Publications*, Paper 8.
- Shahwan, T. M. e Kaba, A. (2013). Efficiency analysis of GCC academic libraries: an application of Data Envelopment Analysis. *Performance Measurement and Metrics*, 14(3): 197-210.
- Shim, W. (2003 Winter). Applying DEA Technique to library evaluation in academic research libraries. *Library Trends*, 51(3): 312-32.
- Shim, W. e Kantor, P. B. (1998). A novel economic approach to the evaluation of academic research libraries. *Proceedings of the ASIS Annual Meeting*, 35: 400-410.
- Shim, W. e Kantor, P. B. (1999). Evaluation of digital libraries: a DEA approach. *Proceedings of the ASIS Annual Meeting*, 36: 605-615.
- Simon, J., Simon, C. e Arias, A. (2011). Changes in productivity of Spanish university libraries. *Omega*, 39(5): 578-588.
- Simón de Blas, C., Coelho, A. A. e Símon Martín, J. (2007, enero-marzo). Aplicación de la técnica DEA en la medición de la eficiencia de las bibliotecas de la Universidad Complutense de Madrid. *Revista española de documentación científica*, 30(1): 9-23.
- Soares de Mello, J. C. C. B., Angulo Meza, L., Gomes, E. G. e Neto L. B. (2005). Curso de Análise Envoltória de Dados. In: *Anais do XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Gramado. SOBRAPO.
- Soares de Mello, J. C. C. B.; Angulo Meza, L.; Gomes, E. G.; Fernandes, A. J. S. e Biondi Neto, L. (2008). Estudo não paramétrico da relação entre consumo de energia, renda e temperatura. *IEEE Latin America Transactions*, 6(2): 153-161.
- Stancheva, N. e Angelova, V. (2004). Measuring the efficiency of university libraries using Data Envelopment Analysis. In: *Proceedings of 10th Conference on Professional Information Resources*. Prague. INFORUM.
- Tavares, R. S.; Drumond, G. M.; Angulo Meza, L. A. e Méxas, M. P. (2016). Modelagem para avaliação de eficiência em bibliotecas universitárias utilizando Data Envelopment Analysis. In: *Anais do XLVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Vitória. SOBRAPO.
- Yamada, Y., Matui, T. e Sugiyama, M. (1994). New analysis of efficiency based on DEA. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 37: 158-167.