

UMA APLICAÇÃO DE MODELOS DEA CCR ORIENTADOS A INPUT NA GESTÃO DE UM SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS

MARCELLA BERNARDO PINTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO, MORRO DO CRUZEIRO, OURO PRETO
marcellabernardo.eng@gmail.com

LÁSARA FABRÍCIA RODRIGUES
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO, MORRO DO CRUZEIRO, OURO PRETO
lasara@em.ufop.br

RESUMO

Neste artigo utiliza-se a Análise Envoltória de Dados (DEA) para calcular a eficiência de 12 bibliotecas componentes do Sistema Integrado de Bibliotecas (SISBI) de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Essas bibliotecas são partes integrantes da sociedade e acompanham os processos de desenvolvimento econômico, social e tecnológico do país, e assim necessitam ser constantemente avaliadas. Esse trabalho baseia-se na metodologia de aplicação da DEA proposta por Paiva Jr. (2000) e utiliza os modelos CCR, com retornos constantes de escala, e orientação a inputs, com o intuito de se prover um embasamento teórico para uma política de alocação e realocação de recursos, direcionando a um melhor gerenciamento dessas bibliotecas.

PALAVRAS CHAVE. Análise Envoltória de Dados(DEA). Biblioteca. Instituição Federal de Ensino Superior (IFES).

ABSTRACT

In this article we use the Data Envelopment Analysis (DEA) to calculate the efficiency of 12 libraries component of Library Integrated System (SISBI) in a Federal Institution of Higher Education (IFES). These libraries are part of society and follow the processes of economic, social and technological development of the country, and thus need to be constantly evaluated. This work is based on the application of the DEA methodology proposed by Paiva Jr. (2000) and uses the CCR model with constant returns to scale, and orientation of inputs, in order to provide a theoretical basis for an allocation policy and reallocation of resources, directing a better management of these libraries.

KEYWORDS. Data envelopment analysis (DEA). Library. Federal Institution of Higher Education (IFES).

1. INTRODUÇÃO

A educação é um dos setores mais importantes para o desenvolvimento de um país, já que é através da produção de conhecimento que um país cresce, ampliando sua renda e qualidade de vida das pessoas. Conforme a Pesquisa Sobre Educação (IBGE, 2011), mesmo o Brasil tendo avançado na educação nas últimas décadas, a situação deste campo ainda não é satisfatória.

Nesse sentido, muitos esforços para aumentar o nível de educação da população brasileira têm sido realizados visando, principalmente, aumentar a qualidade da educação e o acesso a ela. Dentre as medidas adotadas, pode-se citar a criação e ampliação de universidades públicas e da rede de educação tecnológica, contratação e qualificação de professores e funcionários, melhoria em suas infraestruturas, inclusive maiores investimentos em bibliotecas. Essas medidas consumiram em investimentos do governo em educação, no ano de 2009, 5% do Produto Interno Bruto (PIB) (Inep, 2010).

De acordo com Carvalho et al. (2011), o exame sistemático do desempenho é consideravelmente importante, visto que o monitoramento e a avaliação contribui para melhorar a gestão, já que produz a informação necessária para reconhecer e entender as causas dos sucessos e dos fracassos. Logo, para uma melhor alocação de recursos é necessário o uso de sistemas de medição de desempenho, pois, analisar apenas as saídas ou produtos não proporciona uma visão completa em relação ao desempenho. Mello et al. (2006) argumentam que a medida de eficiência pode ser considerada como um índice de aproveitamento de recursos, e, sendo assim, pode ser usada para a alocação e realocação de recursos, destinando mais recursos para as unidades que melhor fazem uso deles.

Dentre as bibliotecas tradicionais que recebem investimentos do governo, destacam-se as bibliotecas universitárias, que são elementos fundamentais para o desenvolvimento social do país, pois, segundo Machado e Silva (2002), são detentoras das maiores coleções em Ciência e Tecnologia do país. Mas, mesmo com esse reconhecido conteúdo social, essas bibliotecas nem sempre conseguiram justificar uma alocação de recursos adequada (Carvalho et al., 2011), já que nem sempre os recursos vão para as unidades que mais necessitam.

Conforme argumenta Carvalho et al. (2011), as bibliotecas universitárias, apresentam características comuns às organizações públicas: múltiplos insumos (funcionários, acervos e área física) e funcionam sob limitação orçamentária; em geral, não existem “preços de mercado” para alguns dos muitos produtos e serviços que produzem e são organizações multi-propósito, que incluem em sua missão, temas como o conhecimento, a educação, a cultura e a inclusão social. Assim, devido a essas características, as bibliotecas universitárias apresentam dificuldade na avaliação das suas medidas de eficiência (Shim, 2003).

As organizações governamentais precisam utilizar os recursos de que dispõem da melhor maneira possível. Logo, os gestores dessas organizações necessitam de instrumentos que se baseiam em princípios teóricos bem fundamentados e os modelos matemáticos da Análise Envoltória de Dados satisfazem essas necessidades (Ferreira e Gomes, 2009).

A Análise Envoltória de Dados (DEA) permite medir a eficiência em um conjunto observado de unidades produtivas, segundo o conceito de otimalidade de Pareto-Koopmans. Neste, uma unidade específica é eficiente na geração de seus produtos se for possível mostrar que nenhuma outra unidade ou combinação linear das demais unidades consegue gerar maior quantidade de um produto sem diminuir a geração de outro ou sem aumentar o consumo de algum insumo. E, Chen (1997) defende que a técnica DEA é um modelo matemático que pode ser aplicado em instituições como as bibliotecas universitárias.

Esse trabalho objetiva utilizar modelos CCR orientado a *input* para avaliar o desempenho das bibliotecas componentes do Sistema Integrado de Bibliotecas (SISBI) de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Pretende-se identificar as unidades de melhor prática, prover um conjunto de referência (“*benchmarks*”) para as unidades ineficientes, fornecer escores de (in)eficiência e sugerir metas múltiplas para o alcance da eficiência.

O trabalho, incluindo a introdução, está organizado em cinco seções: Introdução, Referencial Teórico, Estudo de Caso, Conclusão e Referências Bibliográficas. A segunda seção contém os

conceitos que compõe o referencial teórico em que se apoia essa pesquisa. O Estudo de Caso é apresentado na terceira seção seguido das conclusões e das referências utilizadas nesse estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é um método de avaliação da eficiência de unidades tomadoras de decisão (DMUs), que utilizam múltiplos recursos (*inputs*) para produzir múltiplos produtos ou resultados (*outputs*), criado por Charnes et al. (1978). Ela determina, ainda, a melhor combinação de pesos que maximiza a combinação linear dos *inputs* e *outputs*, sujeita às restrições convenientes.

Para medir o desempenho dessas DMUs, a DEA não exige a determinação de relações funcionais entre insumos e produtos. A idéia do modelo é a construção de uma fronteira formada pelas unidades eficientes. Essa fronteira é constituída através da combinação linear das DMUs que apresentam as melhores práticas (Carvalho et al., 2011). As unidades sobre a fronteira são consideradas eficientes, enquanto as demais são ineficientes (Sharma et al., 1999), conforme mostra a Figura 1. Para essas unidades sobre a fronteira, somente é viável aumentar a produção de um produto mediante diminuição da quantidade produzida do outro.

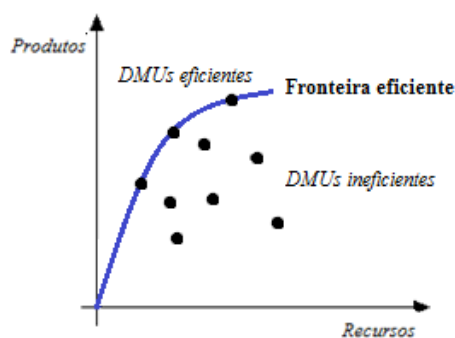


Figura 1: Fronteira eficiente de produção das DMUs

Ferreira e Gomes (2009) defendem que os modelos da DEA têm aplicações em vários domínios de atividades das empresas, tanto em instituições governamentais como em não governamentais e que são ferramentas técnicas cada vez mais utilizadas para auxiliar decisões estratégicas dessas organizações.

Segundo Mello et al. (2006), os modelos DEA clássicos são: CCR e BCC. O modelo CCR (também conhecido por CRS - *Constant Returns to Scale*), trabalha com retornos constantes de escala (Charnes et al., 1978). O modelo BCC (Banker et al., 1984), também chamado de VRS (*Variable Returns to Scale*), considera situações de eficiência de produção com variação de escala e não assume proporcionalidade entre *inputs* e *outputs*.

Mariano et al. (2006) defendem que, nos modelo CCR, a eficiência de uma DMU é obtida por meio da divisão da sua produtividade pela maior produtividade dentre todas as DMUs em análise, logo conforme argumenta Akdede e Kazancoglu (2006), o modelo CCR calcula a eficiência chamada de total, ou seja, aquela que compara uma DMU com todas as suas concorrentes. Assim, a fronteira de eficiência adquire o formato de uma reta com ângulo de 45°, conforme retrata a figura 2.

Assim como nos outros modelos DEA, existem duas possibilidades de formular o modelo CCR, uma colocando ênfase na redução dos *inputs* e a outra colando ênfase no acréscimo dos *outputs* (Golany e Roll, 1988). Assim, existem duas maneiras básicas de uma DMU não eficiente se tornar eficiente, ou seja, atingir a fronteira de produção eficiente, onde os recursos estão sendo utilizados da melhor maneira possível.

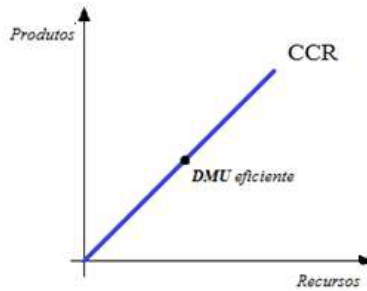


Figura 2: Fronteira de eficiência do modelo CCR

Seja a fronteira de eficiência definida por $f(x)$, o eixo X definido como os recursos, o eixo Y definido como os produtos e a DMU ineficiente P , de acordo com a Figura 3, definimos as orientações como:

- Orientação a *inputs*: os produtos são mantidos constantes e os recursos são reduzidos para se atingir à fronteira de eficiência. Na Figura 3, a DMU ineficiente P precisa se deslocar até o ponto B para se tornar eficiente conforme a orientação a *inputs*.
- Orientação a *outputs*: mantém os recursos constantes e aumenta os produtos para se atingir a fronteira de eficiência. Analisando a figura 3, a DMU ineficiente P precisa caminhar até o ponto D , para se tornar eficiente conforme a orientação a *outputs*.

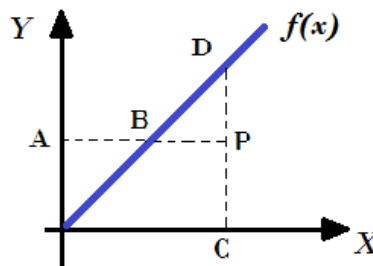


Figura 3: Alcance da fronteira de eficiência

De acordo com Mariano et al (2006), para o modelo CCR são utilizadas as modelagens fracionária, Primal e Dual. Essas modelagens para o modelo CCR orientado a *input* serão descritas nas próximas seções.

2.1.1. Modelagem fracionária

Charnes et al (1978) propõe que para medir a eficiência de qualquer DMU, deve-se dividir a soma ponderada de *outputs* com a soma ponderada dos *inputs*, com a condição de que o resultado dessa divisão, para todas as DMUs, seja menor ou igual a unidade. A modelagem fracionária é apresentada no Modelo 1.

Modelo 1

$$\max h_0 = \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

Sujeito a

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{jr}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ir}} \leq 1 \quad r = 1, \dots, s$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$$

No Modelo 1, x_{ir} , y_{jr} , todos positivos, são os *inputs* i e *outputs* j da DMU r e v_i e u_j são os respectivos pesos a serem determinados na solução deste problema para os *inputs* i e *outputs* j . A primeira restrição garante que a eficiência seja um número menor que um, ou seja, 100%

para cada DMU. O segundo conjunto de restrições faz com que os pesos v_i e u_j sejam não-negativos.

De acordo com Ferreira e Gomes (2009), a grande dificuldade de um problema de programação fracionária é que ele possui infinitas soluções ótimas, logo, faz-se necessário a linearização desse modelo, para obter uma única solução.

2.1.2. Modelagem primal

A modelagem Primal do CCR também é conhecida como Modelo dos Multiplicadores, já que os pesos são as variáveis de decisão. As modelagens Primais são obtidas a partir da linearização da modelagem fracionária. O Primal pode ser orientado, tanto ao *input* quanto ao *output*. O Modelo 2 representa o modelo Primal orientado ao *input*.

Modelo 2

$$\max h_0 = \sum_{j=1}^n u_j y_{j0}$$

Sujeito a

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^n u_j y_{jr} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ir} \leq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$u_j, v_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad i = 1, \dots, m$$

As variáveis x_{ir} , y_{jr} , todas positivas, são os *inputs* i e *outputs* j da DMU r , v_i e u_j são os respectivos pesos a serem determinados na solução do problema. A primeira e a segunda restrição devem-se ao fato da linearização da modelagem fracionária. O terceiro conjunto de restrições define a não-negatividade dos pesos v_i e u_j .

O Modelo de Multiplicadores permite que cada DMU escolha os pesos para cada variável (entrada ou saída) de forma que lhe for mais benevolente, desde que esses pesos aplicados às outras DMUs não gerem uma razão superior a um (Mello et al., 2005), ou seja, de forma que maximize o valor de sua eficiência. Como consequência, o modelo deve atribuir ponderações maiores para variáveis de maior importância ou ignorar variáveis, atribuindo-lhes pesos nulos.

2.1.3. Modelagem dual

A modelagem Dual do modelo CCR é comumente conhecida como Modelo do Envelope. O Modelo 3 apresenta o modelo CCR dual orientado a *input*.

Modelo 3

min h_0

Sujeito a

$$h_0 x_{i0} - \sum_{r=1}^s x_{ir} \lambda_r \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$-y_{j0} + \sum_{r=1}^s y_{jr} \lambda_r \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$\lambda_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, s$$

Os λ_r 's representam os alvos, x_{ir} , y_{jr} , todos positivos, são os *inputs* i e *outputs* j da DMU r e s é a quantidade de DMUs na amostra.

Os λ_r 's permitem uma análise dos possíveis *benchmarks* para cada DMU. Mello et al. (2005) afirmam que um λ igual a zero significa que a DMU correspondente não é *benchmark* para a

DMU em análise. Quanto maior for o λ , maior a importância da DMU correspondente como referência para a DMU ineficiente.

A função objetivo (h_0) representa a eficiência, que neste caso é o valor que deve ser multiplicado pelos *inputs* (no caso de orientada ao *input*) ou pelos *outputs* (no caso de orientada ao *output*) de maneira que coloque a DMU em análise na fronteira de eficiência. Por isso, na orientação aos *inputs* este valor deve ser minimizado e na orientação aos *outputs* deve ser maximizado.

A primeira restrição garante que a redução no valor de cada um dos *inputs* não ultrapasse a fronteira definida pelas DMUs eficientes. Já a segunda restrição garante que a redução nos *inputs* não altere o nível atual dos *outputs* da DMU, ou seja, mantenha os produtos constantes (Ferreira e Gomes, 2009). A terceira restrição garante a não-negatividade dos alvos.

2.2. BIBLIOTECAS

Conforme argumenta Pereira (1998), as bibliotecas armazenam uma grande quantidade de unidades físicas de informação: livros, periódicos, manuscritos, CDs, fitas, entre outros, que juntos representam uma amostra do “universo bibliográfico” total. Esse material é submetido a vários processos técnicos e são criados diversos tipos de serviços para seu uso, assim segundo Tarapanoff (1982), dentro da universidade, a biblioteca constitui-se em uma organização social prestadora de serviços e que, devido a seus objetivos e funções, representa um subsistema da organização maior, sendo assim igualmente afetada por modificação sobre essa.

As bibliotecas, de acordo com Miranda (1978), não crescem em termos de aquisição de material bibliográfico e na facilidade de seus serviços nas mesmas proporções. No entanto, é justo reconhecer que consideráveis recursos vêm sendo destinados, em muitas universidades, para aquisição e para renovação de serviços e de métodos de trabalho. A heterogeneidade de critérios definidos para a utilização destes recursos vem criando alguns problemas, sobretudo porque a gerência dos recursos nem sempre é feita de acordo com um plano global de investimentos no setor bibliotecário das universidades mas de forma isolada e descoordenada. Giansi (1996) afirma que se a matéria-prima da universidade é a informação e a biblioteca é o órgão da universidade responsável pelo gerenciamento dessa informação, pode-se dizer como uma analogia ao ciclo da informação, que “tudo começa e termina na biblioteca”. Uma biblioteca adquire sua “matéria-prima” de um universo bibliográfico e repassa o que foi obtido, por meio de seus serviços, para a sua comunidade. Logo, a biblioteca está localizada entre dois ambientes altamente exigentes: sua comunidade de usuários e o universo bibliográfico.

Comumente, segundo Pereira (1998), um sistema integrado de bibliotecas universitárias é formado pelos seguintes membros: uma diretoria, uma equipe administrativa, formada pelos bibliotecários chefes, os funcionários técnicos, que realizam todos os tipos de procedimentos técnicos, o corpo de auxiliares (pessoal de apoio) e estagiários/bolsistas.

2.3. APLICAÇÃO DE DEA

Segundo Stancheva e Angelova (2004), a técnica Análise Envoltória de Dados pode ser aplicada com sucesso, tanto em organizações com fins lucrativos como em sem fins lucrativos. Eles mesmos autores citam alguns exemplos de organizações em que a técnica DEA tem sido aplicada: bancos, postos de policias, hospitais, departamento de universidades e bibliotecas. Citando alguns estudos, Bowlin (1987) retrata a aplicação da DEA na Força Aérea dos Estados Unidos para medir e avaliar a eficiência operacional das atividades internas de manutenção. Miranda e Rodrigues (2010) mostram a aplicação da DEA na avaliação do desempenho de escolas, municipais e estaduais, de educação básica do estado de São Paulo e Paiva Jr (2000) apresenta a aplicação da técnica para avaliação do desempenho de empresas prestadora de serviços de transporte ferroviário no mundo todo.

Já a análise do desempenho de bibliotecas, utilizando a técnica em questão, tem sido relatada na literatura, citando alguns nomes, em Chen (1997), Sharma et al (1999), Hammond (2002),

Shim (2003), Reichmann (2004), Stancheva e Angelova (2004), Akdede e Kazancoglu (2006) e Carvalho et al. (2011). A Tabela 1 mostra a confrontação dessas aplicações da DEA, expondo o país onde se situam as bibliotecas, o número de bibliotecas avaliadas, o número de variáveis escolhido e o ano de aplicação.

Tabela 1: Comparação entre as aplicações da técnica DEA em bibliotecas

Aplicação da técnica DEA	País	Tamanho da amostra	Número de <i>inputs</i>	Número de <i>outputs</i>	Ano
Chen (1997)	Taiwan	23	3	4	1995
Sharma et al. (1999)	Havaii	47	4	3	1997
Hammond (2002)	Reino Unido	159	7	3	1995,1996
Shim (2003)	EUA	95	10	5	1996, 1997
Reichmann (2004)	Áustria, Alemanha, Suíça, EUA, Austrália e Canadá	118	2	4	1998
Stancheva e Angelova (2004)	Bulgária	5	5	3	2002, 2003
Akdede e Kazancoglu (2006)	Turquia	81	4	4	2003,2004
Carvalho et al. (2011)	Brasil	37	3	4	2006, 2007

3. O ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado no Sistema Integrado de Bibliotecas (SISBI) de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES). Esse sistema é composto por 13 bibliotecas que diferem quanto à localização, pois a instituição tem campus em três cidades diferentes (10 bibliotecas estão situadas na cidade A, 2 na cidade B e 1 na cidade C) e quanto aos cursos que são suportados por cada biblioteca. Além das bibliotecas, o SISBI conta com setor responsável pelo seu gerenciamento.

O usuário das bibliotecas tem uma ampla variedade de materiais para empréstimo e consulta dentre eles: enciclopédias, dicionários, artigos e periódicos. Os usuários podem ser estudantes de graduação e pós-graduação, professores e funcionários da instituição, ou seja, qualquer pessoa que tenha vínculo com a instituição.

Os serviços oferecidos são: acesso ao Portal Capes, acesso ao banco de dados, comutação bibliográfica, consulta e empréstimo local, empréstimo domiciliar e renovação e consulta através da internet. Vale inserir que os empréstimo podem ser feitos entre as bibliotecas do SISBI e entre bibliotecas de outras instituições e a reserva e a devolução podem ser feitas em qualquer biblioteca do SISBI independente do curso suportado (o usuário pode solicitar livros de outras bibliotecas do sistema e recebê-lo por malote).

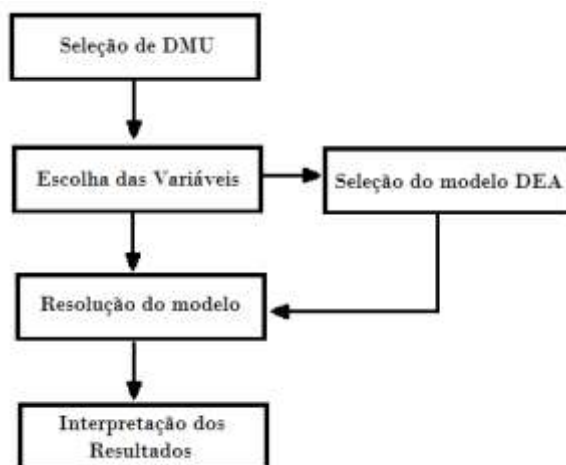
3.1. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse trabalho baseou-se em Paiva Jr. (2000), logo as etapas seguidas nesse estudo foram: seleção das DMUs, escolha das variáveis, seleção do modelo DEA, resolução do modelo DEA e interpretação dos resultados, como mostra a Figura 4. Essas etapas são descritas nas próximas seções.

3.1.1. Seleção das DMUs

O Sistema Integrado de Bibliotecas (SISBI) conta com 13 bibliotecas, sendo que uma delas possui um acervo (obtido através de doação) de obras raras. Nessa biblioteca, não são realizados empréstimos e as visitas são agendadas O horário de funcionamento de cada uma dessas bibliotecas é diferente, pois atendem cursos diferentes, que possuem distintos horários de aula. O sistema conta com uma equipe de aproximadamente 44 funcionários (efetivos, contratados e desvio de função), exercendo as funções de bibliotecário e funcionários técnicos, ambos trabalhando 6 ou 8 horas por dia, além de bolsistas.

Logo, nesse trabalho foram utilizadas as 12 DMUs que funcionam como bibliotecas, já que a outra funciona basicamente como museu de obras.



Fonte: Adaptado de Paiva Jr. (2000)

Figura 4: Fluxograma de aplicação da técnica DEA

3.1.2. Escolha das Variáveis

Segundo Stancheva e Angelova (2004) provavelmente o passo mais difícil na avaliação da eficiência é decidir qual *inputs* e *outputs* devem ser escolhidos. Principalmente na avaliação do desempenho de organizações do setor público, como as bibliotecas, pois como defendem Golany e Roll (1989) nessas organizações as variáveis que regem o desempenho não são sempre bem definidas. Eles continuam argumentando que a escolha das variáveis deve partir de uma lista ampla de todos os fatores quantitativos e qualitativos, controláveis ou não que evidenciem as relações de produção de um conjunto de DMUs. Esses fatores podem ser *outputs* que medem os resultados e os objetivos atingidos ou os *inputs* que são fatores internos ou externos ao sistema que influem nos resultados obtidos (Paiva Jr., 2000).

Para definição da relação entre o número de DMUs e o número total de variáveis a serem utilizados foi utilizada uma regra definida por Charnes et al. (1987) *apud* Bowlin (1987). Segundo Bowlin (1987), esses autores definiram um procedimento heurístico baseado em testes empíricos que admitia que o número total de DMUs deve ser pelo menos igual à duas vezes ao somatório de *inputs* e *outputs*. Baseando-se nessas regras, foi definido o número de *inputs* e *outputs*, já que o total da amostra de DMUs eram 12 bibliotecas escolheu-se o número de cinco variáveis, três *inputs* e dois *outputs*.

Após a definição do número de variáveis, iniciou-se o processo de escolha das mesmas. Baseando-se no *Standard of University Libraries (Association of College and Research Libraries, 1979)*, foram escolhidos os tipos de *inputs* que seriam utilizados, assim as medidas dos *inputs* foram divididas em três categorias: pessoal ou recursos humanos, coleções e edificação. Em relação ao primeiro tipo de *input* foi escolhida a variável chamada de HOR, que quantifica o número total de horas trabalhadas por cada biblioteca em um dia. Este valor é obtido multiplicando o número de funcionários de cada biblioteca pelo número de horas trabalhadas por eles em um dia, pois existem funcionários que trabalham oito horas e outros 6 horas por dia. Em relação ao segundo tipo, foi escolhida a variável chamada COL. Esta variável mensura o total de acervo disponível em cada biblioteca até a data da coleta dos dados (títulos, teses, mídias eletrônicas, partituras, mapas e normas técnicas) excluindo o número de periódicos, já que estes não podem ser emprestados. E por fim, em relação ao último tipo, foi escolhida a variável designada de ARE, que expressaria a área total, em metros quadrados, de cada biblioteca. Agora em relação aos tipos de *outputs*, as duas variáveis escolhidas foram: variável chamada EMP, que quantifica o número total de empréstimos realizados no período analisado e a variável chamada USU, que retrata o número de usuários inscritos em cada biblioteca.

3.1.3. Seleção do modelo DEA

Visto que no presente estudo o interesse é obter a eficiência total das bibliotecas, ou seja, de acordo com Mariano et al. (2006), aquela que compara uma DMU com todas as suas concorrentes independente da escala de cada DMU, optou-se pelo modelo DEA com retornos constantes de escala, o chamado CCR. Já em relação à orientação, como pretende-se desenvolver uma abordagem de alocação e realocação de recursos à orientação aos *inputs* foi escolhida.

3.1.3.1. Coleta de Dados

Os dados necessários ao estudo foram obtidos através de visitas às treze bibliotecas e ao setor responsável pela gestão, isto é, a todos os locais componentes do SISBI. Além disso, foram utilizadas informações disponibilizadas pela responsável pelo núcleo administrativo através do *software* VIRTUA e por outros setores da IFES que controlam a quantidade de alunos (graduação e pós-graduação).

Primeiramente foi escolhido como período para obtenção de dados o ano de 2011, porém no período de abril a agosto desse ano as bibliotecas permaneceram fechadas devido à greve dos servidores técnicos administrativos. Logo, por esse ano não retratar o funcionamento real das mesmas, escolheu-se uma segunda opção, o ano de 2010. Os dados referentes a esse ano para os *inputs* e *outputs* são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados referentes ao ano de 2010

Bibliotecas	Inputs			Outputs	
	HOR	ARE	COL	EMP	USU
BIBI1	116	1050.00	24.627	112.684	1643
BIBI2	14	209.08	6.830	4.638	693
BIBI3	36	150.00	6.413	9.867	456
BIBI4	70	462.05	45.918	23.202	1194
BIBI5	0	1177.70	29.035	25.520	3967
BIBI6	44	493.24	24.845	11.962	495
BIBI7	16	103.68	4.854	9.741	789
BIBI8	8	51,81	3.105	3.530	113
BIBI9	36	229,43	5.225	24.667	502
BIBI10	6	31,32	4.854	962	0
BIBI11	40	430,78	4.787	16.666	933
BIBI12	46	45,89	16.627	12.818	587

3.1.4. Resolução do Modelo

Os modelos CCR Primal e Dual orientados a *inputs* foram utilizados nesse estudo. Esses modelos foram implementados utilizando o *software* Lingo e planilhas do Excel para a entrada e a saída dos dados. Os dados utilizados foram obtidos durante a coleta de dados e são mostrados na Tabela 2.

3.1.5. Interpretação dos Resultados

Os resultados da aplicação da técnica Análise Envolvória de Dados para os modelos Primal e Dual com orientação aos *inputs* são mostrados na Tabela 3. Resolvendo o Modelo do Envelope (Modelo 3), foram obtidos os valores da eficiência total de cada biblioteca, encontrando seis DMUs ineficientes (BIBI2, BIBI3, BIBI4, BIBI6, BIBI8 e BIBI10) e seis

DMUs eficientes (BIBI1, BIBI5, BIBI7, BIBI9, BIBI11 E BIBI12). Por exemplo, a BIBI2 tem eficiência total igual a 0,746, que significa que ela possui 74,6% de eficiência, e ainda, que devido a orientação ser aos *inputs* ela precisa reduzir de 0,254 os seus *inputs* para se tornar eficiente. Os Alvos também foram obtidos através do Modelo do Envelope (Modelo 3). Os valores dos alvos (λ 's), de acordo com Ferreira e Gomes (2009), espelham o padrão de eficiência que deve ser almejado pela DMU ineficiente e que quanto maior o valor desse parâmetro, mais importante é a DMU eficiente como *benchmark* para a DMU ineficiente, ou seja, para a BIBI2 a BIBI7 é um parceiro de excelência, com λ igual a 0,381, seguida pela BIBI5 (λ igual a 0,099).

A seguir, através do Modelo dos Multiplicadores (Modelo 2) foram obtidos os valores dos pesos para cada DMU. Eles devem ser calculados de maneira a maximizar a eficiência da DMU em análise e de forma que esses pesos quando aplicados às outras DMUs da amostra não gerem eficiências maiores do que 1. Assim, como exemplo os pesos encontrados para a BIBI1 (0,000100; 0,000842; 0,000004; 0,000009; 0,000000), quando aplicados a qualquer outra BIBI não devem fornecer o valor da eficiência maior que a unidade. Essas variáveis são ainda estimativas para as utilidades dos *inputs* e *outputs* da DMU avaliada, ou seja, fornece a relevância de cada uma dessas variáveis, dando a possibilidade da organização classificar os produtos e os insumos por ordem de importância (Mariano et al., 2006). Pode ocorrer de serem atribuídos pesos zeros a algum *input* ou *output*, o que significa que essa variável foi desconsiderada na avaliação. Como exemplo a BIBI4, nota-se que o *input* HOR recebeu o maior valor (0,004256), ou seja, possui maior relevância dentre todos os *inputs*, e ainda que o *input* ARE recebeu peso nulo, sendo assim não foi considerado na avaliação e dentre os seus *outputs* o USU recebeu o maior valor (0,000070) em comparação com o outro *output* EMP (0,000018), então possui maior importância.

Tabela 3: Resultados de 2010

Bibliotecas	Eficiência (h_0)	Alvos (λ)	Peso HOR	Peso COL	Peso ARE	Peso EMP	Peso USU
BIBI1	1,000	-	0,000100	0,000842	0,000004	0,000009	0,000000
BIBI2	0,746	BIBI5($\lambda=0,099$) BIBI7($\lambda=0,381$)	0,071429	0,000000	0,000000	0,000068	0,000352
BIBI3	0,620	BIBI7($\lambda=0,402$) BIBI9($\lambda=0,213$) BIBI12($\lambda=0,055$)	0,000000	0,005215	0,000034	0,000050	0,000276
BIBI4	0,490	BIBI1($\lambda=0,086$) BIBI7($\lambda=1,270$) BIBI12($\lambda=0,086$)	0,004256	0,001520	0,000000	0,000018	0,000070
BIBI5	1,000	-	0,022727	0,000000	0,000000	0,000022	0,000112
BIBI6	0,329	BIBI1($\lambda=0,076$)	0,018946	0,000337	0,000000	0,000020	0,000182
BIBI7	1,000	-	0,018861	0,006734	0,000000	0,000078	0,000309
BIBI8	0,618	BIBI1($\lambda=0,022$) BIBI7($\lambda=0,079$) BIBI12($\lambda=0,026$)	0,037738	0,013474	0,000000	0,000155	0,000617
BIBI9	1,000	-	0,000000	0,000896	0,000152	0,000026	0,000738
BIBI10	0,250	BIBI1($\lambda=0,007$)	0,058199	0,020779	0,000000	0,000240	0,000952
BIBI11	1,000	-	0,000000	0,000000	0,000209	0,000035	0,000442
BIBI12	1,000	-	0,015045	0,006710	0,000000	0,000078	0,000000

4. CONCLUSÕES

A partir da aplicação da DEA utilizando os modelos com retorno constante de escala – CCR, orientado aos *inputs* percebeu-se que seis DMUs, ou seja, metade da amostra foi considerada ineficiente, representando assim, uma quantidade significativa. Logo, as informações alcançadas no estudo são de grande valia para o órgão gerenciador do SISBI visto que os resultados obtidos podem ser utilizados para um melhor gerenciamento das bibliotecas componentes desse sistema, já que permitem o planejamento de novas bibliotecas, uma monitoração constante das bibliotecas existentes identificando qual devem ser as melhores práticas de acordo com as mais eficientes – se a avaliação for realizada periodicamente e uma melhor alocação de recursos entre essas bibliotecas.

Como continuidade desse trabalho, pretende-se analisar o caso de alocação de recursos em que seja necessário admitir que o total de *inputs* não possa ser alterado. Para isso, pretende-se utilizar modelos DEA-GSZ (Modelos DEA com Ganhos de Soma Zero) onde a total liberdade do uso de recursos é substituída por uma restrição de soma constante de *inputs*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Akdede, S. H.; Kazancoglu, Y. Efficiency In Turkish State Libraries A Data Envelopment Analysis Application. International Conference On Human And Economic Resources, Izmir, 2006.
- [2] Association of College and Research Libraries. Standards For University Libraries: Evaluation Of Performance. Disponível Em: <[Http://Pruebas.Cuaed.Unam.Mx/Corp_Ocu/Puel/Cursos/Bibliotecas/Materiales/Standards_ Univ_Lib.Pdf](http://Pruebas.Cuaed.Unam.Mx/Corp_Ocu/Puel/Cursos/Bibliotecas/Materiales/Standards_ Univ_Lib.Pdf)> Acesso Em: 05 de out. 2011.
- [3] Banker, R. D.; Charnes, A.; Cooper, W. W. Some Models For Estimation Technical And Scale Inefficiencies In Data Envelopment Analysis. Management Science, V. 30, N. 9, P. 1078-1092, 1984.
- [4] Bowlin, W. F. Evaluating The Efficiency Of Us Air Force Real-Property Maintenance Activities. Journal Of Operational Research Society. V. 38, N. 2, P. 127-135, 1987.
- [5] Carvalho, F. A. A. de; Jorge, M. J.; Jorge, M. F.; Avellar, C. M.; Flanch, E. Análise Envoltória De Dados Na Gestão Do Desempenho De Bibliotecas Universitárias: O Caso De Uma Ifes No Rio De Janeiro. Revista Brasileira De Biblioteconomia E Documentação. Nova Série, São Paulo, V. 7, N. 1, P. 4-21, 2011.
- [6] Charnes, A.; Cooper, W. W.; Rhodes, E. Measuring The Efficiency Of Decision Making Units. European Journal Of Operational Research, Piotrowo, V. 2, N. 3, P. 429-444, 1978.
- [7] Chen, T. An Evaluation Of The Relative Performance Of University Libraries In Taipei. Library Review, Glasgow, V. 46, N. 3, P. 190-201, 1997.
- [8] Ferreira, C.M.C.; Gomes, A.P. Introdução À Análise Envoltória De Dados: Teoria, Modelos E Aplicações. Editora Ufv, P. 19, Viçosa, 2009.
- [9] Gianesi, T.G.N.; Correa, H.L. Administração Estratégica De Serviços. São Paulo: Atlas, 1996.
- [10] Golany, B.; Roll, Y. An Application Procedure For Dea. Omega Int Journal Of Management Science, V. 17, N. 3, P. 237-250, 1989.
- [11] Hammond, C. J. Efficiency In The Provision Of Public Services: A Data Envelopment Analysis Of Uk Public Library Systems. Applied Economics, V. 34, N. 5, P. 649-657, 2002.

- [12] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Dados Sobre Investimento Do Governo Na Educação. Disponível em: [Http://Www.Brasil.Gov.Br/Noticias/Arquivos/2010/11/04/Investimento-Em-Educacao-E-O-Maior-Da-Historia](http://Www.Brasil.Gov.Br/Noticias/Arquivos/2010/11/04/Investimento-Em-Educacao-E-O-Maior-Da-Historia). Acesso em: 30 de Jan. de 2012.
- [13] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Sobre Educação. Disponível Em: [Http://Www.ibge.gov.br/ibgeteen/pesquisas/educacao.html](http://Www.ibge.gov.br/ibgeteen/pesquisas/educacao.html). Acesso Em: 20 de jan. de 2012.
- [14] Machado, R. N.; Silva, Z. P. Desenvolvimento de coleções: uma análise a partir dos anais dos SNBUs realizados na década de 90. In: Seminário Nacional De Bibliotecas Universitárias, 12., 2002, Recife. Anais. Recife: UFPE, 2002.
- [15] Mariano, E. B.; Almeida, R. M.; Rebelatto, D. A. N. Peculiaridades Da Análise Por Envoltória De Dados, Anais do XII Simpep, Bauru, 2006.
- [16] Mello, J. C. C. B. S. de; Meza, L. A.; Gomes, E. G.; Neto, L. B. Curso de Análise Envoltória De Dados. XXXVII Simpósio Brasileiro De Pesquisa Operacional. Gramado, 2005.
- [17] Mello, J. C. C. B. S.; Gomes, E. G.; Leta, F. R.; Mello, M. H. C. S. Algoritmo de alocação de recursos discretos com análise envoltória de dados. Pesquisa Operacional, v. 26, n. 2, pp. 225-239, 2006.
- [18] Miranda, A. Biblioteca Universitária no Brasil: Reflexões sobre a problemática Disponível Em: <http://Www.Antoniomiranda.Com.Br/Ciencia Informacao/Biblioteca Universitaria.Pdf>. Acesso Em: 07 Fev. 2012.
- [19] Miranda, A. C.; Rodrigues, S. C. O Uso da Dea Como Ferramenta Alternativa Da Gestão Escolar Na Avaliação Institucional. Educação: Teoria e Prática, v. 20, n. 35, pp. 163-180, 2010.
- [20] Paiva Jr, H. Avaliação De Desempenho De Ferrovias Utilizando A Abordagem Integrada Dea/Ahp. Campinas. 178p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade De Engenharia Civil. Universidade Estadual De Campinas, 2000.
- [21] Pereira, J. D. da S. Bibliotecas Universitárias: Uma Abordagem Organizacional. Disponível em: < <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=1116> >. Acesso em: 20 de mar. de 2012.
- [22] Reichmann, G. Measuring University Library Efficiency Using Data Envelopment Analysis. Graz University, Institute Of Information Science, V. 54, P. 136–146, Austria, 2004.
- [23] Sharma, K. R.; Leung P.; Zane, L. Performance Measurement Of Hawaii State Public Libraries: An Application Of Data Envelopment Analysis (Dea).Agricultural And Resource Economics Review, V. 28, N. 2, P. 190-198, 1999.
- [24] Shim, W. Applying Dea Technique to Library Evaluation in Academic Research Libraries. Librarytrends, V. 51, N. 3., P. 312-332, 2003.
- [25] Stancheva, N.; Angelova, V. Measuring The Efficiency Of University Libraries Using Data Envelopment Analysis. 10th Conference On Professional Information Resources Prague, 2004.
- [26] Tarapanoff, K. A Biblioteca Universitária Vista Como Uma Organização Social. In: Machado, U. D., Ed. Estudos Avançados Em Biblioteconomia E Ciência Da Informação. Brasília: Abdf, 1982. V. 1, P 73-92.