



Enfoque: Reflexão Contábil  
ISSN: 1517-9087  
ISSN: 1984-882X  
msrodrigues@uem.br  
Universidade Estadual de Maringá  
Brasil

## Modelo de preferência do investidor por meio da análise envoltória de dados (DEA) em empresas brasileiras

**Vogt, Mara; Degenhart, Larissa; Rodrigues Junior, Moacir Manoel**

Modelo de preferência do investidor por meio da análise envoltória de dados (DEA) em empresas brasileiras

Enfoque: Reflexão Contábil, vol. 37, núm. 1, 2018

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

**Disponível em:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=307154909008>

**DOI:** <https://doi.org/10.4025/enfoque.v37i1.32114>

## Modelo de preferência do investidor por meio da análise envoltória de dados (DEA) em empresas brasileiras

INVESTOR'S PREFERENCE MODEL FOR DATA ENVELOPMENT ANALYSIS MID (DEA) IN BRAZILIAN.

*Mara Vogt*  
*Universidade Regional de Blumenau, Brasil*  
maravogtcco@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.4025/enfoque.v37i1.32114>  
Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=307154909008>

*Larissa Degenhart*  
*Universidade Regional de Blumenau, Brasil*  
lari\_ipo@hotmail.com

*Moacir Manoel Rodrigues Junior*  
*Universidade Regional de Blumenau, Brasil*  
moacir\_ro@hotmail.com

Recepção: 31 Maio 2016  
Corrected: 26 Abril 2017  
Aprovação: 10 Abril 2017

### RESUMO:

Este estudo objetivou analisar o modelo de preferência do investidor por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) em empresas brasileiras. Realizou-se uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa e por meio de análise documental com dados secundários. A população do estudo constituiu 50 empresas listadas no IBrX-50 da Bovespa e a amostra foi composta de 46 empresas que apresentaram todos os dados necessários para análise dos dados, no período de 2013 a 2015. Para a análise dos resultados utilizou-se o método DEA, para identificar as empresas que foram eficientes em relação ao risco e retorno efetivado no mercado de ações, servindo estas como modelo de preferência. Os resultados indicaram que o modelo de preferência do investidor seriam as empresas Ambev, BRF, Cetip, Cosan, Itausa, Klabin, Multiplan, Telefônica Brasil e Ultrapar Participações, pois estas empresas apresentaram scores de eficiência máximo, isto é, score 1,0 o que evidencia que estas empresas possuem um retorno efetivado que nenhuma das outras empresas da amostra conseguiu superar com um risco menor e até mesmo igual a estas empresas. Os resultados indicaram ainda que diversas empresas obtiveram score de eficiência acima da média e, abaixo da média, evidenciando que há diferenças significativas nos níveis de eficiência entre as empresas analisadas. Conclui-se que a eficiência das empresas da amostra, frente o mercado de capitais, é considerada satisfatória, visto que a existência de ineficiências em muitas empresas impede que o índice IBrX-50 atinja seu potencial máximo em relação as ações e o risco e retorno efetivado pelos investidores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mercado de Capitais, Eficiência, Análise Envoltória de Dados (DEA), Empresas Brasileiras.

### ABSTRACT:

This study had aimed to analyze the preferred model investor through data envelopment analysis (DEA) in Brazilian companies. We conducted a descriptive research with quantitative approach and through document analysis with secondary data. The study population comprised 50 companies listed on the BM&Bovespa IBrX50 and the sample had been composed of 46 companies that presented all the necessary data for analysis of data from 2013 to 2015. To analyze the results we used the method DEA to identify companies that are efficient to in connection to risk and expected return on the stock market, these serving as the preferred model. The results have indicated that the best option for investor would be Ambev companies, BRF, Cetip, Cosan, Itausa, Klabin, Multiplan, Telefonica Brazil and Ultrapar Participações, as these companies had maximum efficiency scores, that is, the score value 1.0. Each company who has that score have expected return that none in the sample managed to overcome with less risk and even equal. The results also indicate that several companies have been above average efficiency score and below average, indicating that there are significant differences in efficiency between the companies analyzed. It is concluded that the efficiency of the sample front companies the capital market is considered satisfactory, since the existence of inefficiencies in many companies prevents IBrX50 index reaches its maximum potential over the actions and the risk and return expected by investors.

**KEYWORDS:** Capital Markets, Efficiency, Data envelopment analysis (DEA), Brazilian companies.

## 1 INTRODUÇÃO

Lidar com a incerteza do mercado de capitais é considerada uma tarefa difícil. Deste modo, a tomada de decisão dos investidores depende de diversos critérios que devem auxiliá-lo a selecionar a melhor opção entre as oportunidades de investimentos ofertadas pelas empresas (BRANDA, 2013). Lamb e Tee (2012) ressaltam que a seleção de medidas de risco da carteira de ações continua a ser um tema de muita discussão, bem como, de intensa investigação na academia.

No que tange os investimentos no mercado financeiro, diversos autores (Markowitz, Tobin, Sharpe, Lintner, Mossin e Black) apresentaram as principais ideias que passaram a constituir a base para a Teoria do Mercado, isto é, o desenvolvimento do Capital Asset Pricing Model (CAPM). Este modelo tornou-se a principal referência utilizada pelos acadêmicos e profissionais da área de finanças para realizar a análise da relação entre o risco e retorno de ativos financeiros. Para tanto, o equilíbrio ocorre a partir do momento em que o retorno esperado de um ativo, passar a ser igual ao retorno de um ativo livre de risco (BRUNI, 1998).

Camargos e Barbosa (2003) destacam que a Teoria ou Hipótese da Eficiência de Mercado é um dos pilares da Moderna Teoria de Finanças e, está pautada na premissa de que os preços das ações refletem instantaneamente todas as informações importantes disponíveis no mercado de capitais. Considerando-se a relevância desse mercado para o desenvolvimento econômico de um país, é importante para a economia brasileira que o governo utilize as instituições financeiras, para melhorar e fortalecer os níveis de eficiência do mercado financeiro. Isso, principalmente no que diz respeito a informação, com vistas a refletir de maneira instantânea os preços praticados, o que consequentemente resultaria em estimativas mais precisas, credibilidade maior desse mercado perante os investidores, ampliando o número de negociações.

Nesse sentido, a Teoria de Finanças Corporativas prevê que as empresas estão confrontadas com três grandes decisões políticas: as relacionadas aos investimentos, financiamentos e dividendos (MCCONNELL; MUSCARELLA, 1985; ANTUNES; PROCIANO, 2003). No entanto, mesmo existindo um consenso em relação ao objetivo da empresa gerar valor aos seus proprietários e acionistas, permanece o interesse de efetuar investigações sobre os efeitos das decisões de investimento no valor das ações (ANTUNES; PROCIANO, 2003).

Diante disso, devido à importância acadêmica e prática da avaliação do desempenho das ações, esta tem sido considerada uma relevante área de pesquisa em finanças. Já nas últimas quatro décadas, têm-se proliferado os fundos geridos e as diversificações internacionais que visam reduzir os riscos de mercado. Assim, há uma necessidade de se analisar e classificar o desempenho das carteiras de ações e, suas variações ao longo do tempo (CHEN; LIN, 2006).

Com vistas a analisar o contexto de ações no mercado financeiro, Lamb e Tee (2012) ressaltam que a Data Envelopment Analysis (DEA), isto é, a Análise Envoltória de Dados é um método estatístico atraente para realizar a comparação de fundos de investimento, pois lida com diferentes características de distribuição de ações e fornece um meio de classificá-las no mercado. Alguns estudos foram desenvolvidos a partir da utilização do método DEA para a análise do mercado de capitais. Ding et al. (2014) tiveram por intuito investigar a base teórica da abordagem DEA, para avaliar o desempenho das carteiras com as exigências de margem de uma perspectiva diferente. Liu et al. (2015) objetivaram investigar o fundamento teórico da abordagem de avaliação DEA para as carteiras sem considerar os custos de operação e, examinar a partir de uma perspectiva de carteiras de amostragem. Branda (2015) buscou propor novos modelos de diversificação DEA consistentes e adequados para avaliar a eficiência de oportunidades de investimento disponíveis no mercado financeiro. Branda e Kopa (2012) objetivaram lidar com a eficiência dos índices de ações mundiais. Por fim, Branda (2016) desenvolveu um estudo com vistas a comparar vários modelos de DEA que são adequados para acessar a eficiência de oportunidades de investimento disponíveis no mercado

financeiro. Contudo, observou-se uma lacuna para a realização desta pesquisa, visto que não foram localizados estudos desenvolvidos no cenário brasileiro, em relação a esta temática.

Diante do exposto, destaca-se a seguinte questão que norteia esta pesquisa: Qual o modelo de preferência do investidor por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) em empresas brasileiras? Com o intuito de responder a questão apresentada, o objetivo deste estudo é analisar o modelo de preferência do investidor por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) em empresas brasileiras.

Justifica-se a realização deste estudo, pois conforme Liu et al. (2015), esta temática tem despertado o interesse de muitos pesquisadores e os modelos de diversificação ainda vêm sendo desenvolvidos nos estudos com vistas a aprimorar o método DEA. Além disso, de acordo com Camargos e Barbosa (2003) a Teoria da Eficiência de Mercado é importante para o desenvolvimento do estudo e certamente continuará norteando pesquisas empíricas e sistematizações teóricas que contribuam para o aprimoramento da Teoria de Finanças.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na fundamentação teórica inicialmente apresenta-se a Teoria de Mercado, na sequência abordam-se os riscos e equilíbrio de mercado. Por fim, ainda descreve-se sobre a Data Envelopment Analysis (DEA), isto é, a Análise Envoltória de Dados, visto que esta técnica permite identificar modelos de preferência dos investidores no mercado acionário, por meio da identificação das empresas eficientes, ou seja, aquelas que se encontram na linha de fronteira proposta por Sharpe (1964).

### 2.1 TEORIA DE MERCADO (CAPM)

De acordo com Fama (1970), o principal papel do mercado financeiro é a alocação de propriedade do capital social da economia dos países. Para tanto, o ideal seria um mercado em que os preços fornecessem informações precisas, isto é, um mercado em que as empresas pudessem determinar qual investimento é o melhor para o momento, a partir das informações disponíveis, denominando assim, um mercado de capitais eficiente (FAMA, 1970). Merton (1980), destaca que a Teoria Financeira tem proporcionado muitas bases para o entendimento de como os preços das ações são formados e até mesmo, uma maneira quantitativa para a estrutura de risco, equilíbrio e retornos esperados, ou seja, o desenvolvimento do CAPM.

Segundo Williams (1977), este modelo de precificação de ativos (CAPM) desempenha importante papel na Teoria do Mercado de Capitais, visto que gerou diversos testes empíricos e teóricos, com vistas a caracterizar com precisão considerável, a relação entre o risco e o retorno no mercado de capitais. Conforme Sharpe (1964) e Mossin (1966), uma teoria do equilíbrio dos preços dos ativos em condições de risco é o CAPM, este que busca explicar a relação entre o preço de um ativo e os mais variados componentes do seu risco global.

A Teoria do Valor de Mercado para Treynor (1962), incorpora os riscos, pois estes estão implícitos nos preços das ações e relacionados com as decisões de investidores. Para Treynor (1962) as hipóteses mais conhecidas do modelo CAPM são: i) não incidência de impostos; ii) não ocorrência de atritos para inibir a compra e venda; iii) o efeito das decisões do investidor sobre os preços é baixo o suficiente para ser ignorado; iv) investidores maximizam a utilidade esperada da distribuição dos resultados; v) os investidores assumem os riscos. Além destas hipóteses, assume-se ainda neste modelo que: vi) existe um mercado perfeito e; vii) os investidores têm conhecimento do mercado, pois conhecem os preços atuais, o que poderá influenciar os valores de investimentos futuros.

Para tanto, a eficiência do mercado de capitais na visão de Fama (1980), é considerar que não existem custos de transação em títulos para negociação. Todas as informações disponíveis não possuem custos para os

participantes do mercado e, todos concordam sobre as implicações das informações para com o preço atual e distribuições de preços futuros de cada ação.

O CAPM, apresentado por Mackinlay (1995), sugere que investimentos que estão livres de risco, geralmente apresentam retornos mais baixos em relação aos investimentos com alto risco. Como por exemplo, é o caso do mercado de ações, visto que a partir do desenvolvimento do CAPM, os economistas foram capazes de quantificar as diferenças entre os riscos e retornos desse mercado financeiro. Nesse sentido, a análise econômica desempenha importante papel na distinção entre os diferentes modelos de preços praticados frente à relação do risco e retorno. Deste modo, na ausência de teorias específicas que visam explicar esta temática, é muito limitado o que pode ser considerado sobre as relações do risco e retorno.

Jagannathan e Wang (1996) salientam que, a maioria dos estudos desenvolvidos sobre o modelo CAPM, assumem que os betas permanecem constantes ao longo do tempo e que o retorno da carteira é ponderado pelo valor de todas as ações, sendo uma Proxy para o retorno sobre toda a riqueza agregada. De acordo com a metodologia do CAPM, o risco é medido pelo beta do fluxo de caixa em relação ao retorno da carteira de todos os ativos na economia de mercado e, a relação entre o retorno esperado e o beta é considerada linear.

Diante do contexto supracitado, Fama e French (2004) ressaltam que o CAPM fornece explicação atraente para a relação entre o risco e retorno dos ativos financeiros, tendo por base a média, variância e eficiência que os investidores avessos ao risco buscam. No entanto, estes investidores escolhem apenas carteiras eficientes, que apresentam variância mínima frente o máximo de retorno esperado. Estes retornos estão em pontos acima do seu mínimo global. Diante disso, o modelo CAPM sugere que a carteira de ações no mercado financeiro deve ser considerada eficiente.

Sharpe (1964) desenvolveu um estudo com vistas a prever o comportamento dos mercados de capitais a partir da Teoria de Mercado para lidar com condições de risco, pois há a presença de risco em transações financeiras frente o comportamento dos preços das ações. O autor resalta que, o preço das ações é ajustado de modo que o investidor possa obter uma maior taxa de retorno esperada em suas participações no mercado de ações, apenas por incorrer em um risco adicional. Nesse sentido, a representação de acordo com Sharpe (1964) da visão do mercado de capitais, isto é, a curva de oportunidades de investimentos é apresentada na Figura 1.

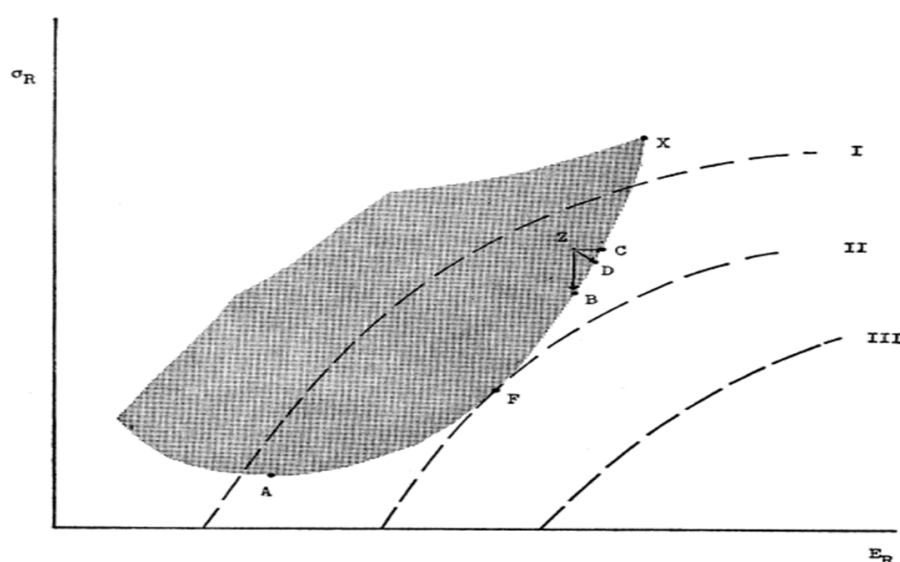


FIGURA 1  
Curva de oportunidades de investimentos  
Sharpe (1964).

Segundo a Figura 1, Sharpe (1964) apresenta que o modelo de comportamento do investidor no mercado de ações, é aquele que considera o investidor em relação à escolha de um conjunto de oportunidades de investimento, ou seja, aquele que maximiza a sua utilidade. Todos esses planos (modelos) envolvem algum risco. Deste modo, conforme a Figura 1, o investidor irá escolher dentre todos os planos possíveis, aquele que o coloca na curva representada pelo nível mais elevado de utilidade (ponto F). No entanto, a decisão pode ser realizada em duas etapas: em primeiro lugar, deve-se encontrar o conjunto de planos de investimento eficientes e, em segundo lugar escolher um entre este conjunto.

Para tanto, um plano é considerado eficiente a partir da análise de três princípios: (1) se não há alternativa com o mesmo retorno esperado e um risco menor; (2) um mesmo risco e um retorno esperado maior; (3) um retorno esperado maior e um risco maior. Assim, o investimento Z é denominado ineficiente, pois os investimentos B, C e D (entre outros) estão na linha de fronteira, considerada eficiente. Nesse sentido, os únicos planos de investimentos que seriam escolhidos pelos investidores devem estar ao longo da fronteira do lado direito inferior (AFBDCX), ou seja, esta fronteira é considerada a curva de oportunidades de investimentos (SHARPE, 1964). Esses três princípios são considerados a base para a Análise Envoltória de Dados (DEA), conforme será visto na seção de apresentação e análise dos resultados.

## 2.2 RISCOS E EQUILÍBRIO DE MERCADO

Os investidores desejam que a carteira de ações seja eficiente, tendo em vista que nenhuma outra carteira, com a mesma expectativa ou com maior retorno, tenha menor dispersão de retorno. Para o investidor, a relação entre o risco de um ativo e o seu retorno, é sugerido pelo fato de que a carteira ótima do investidor é eficiente (FAMA; MACBETH, 1973).

Para Mossin (1966), a definição natural da taxa de juros, é a taxa de retorno que se espera sobre um ativo encontrado livre de risco. Para tanto, pode-se pensar em taxa de retorno de qualquer ativo, separando-o em duas partes: “preço do risco” e “preço esperado”. Em equilíbrio, os preços devem ser de tal forma, que cada pessoa irá investir o mesmo percentual de ações em relação aos ativos de risco. Nesse sentido, Treynor (1962) afirma que é um erro esperar que a variação de risco dependesse somente da magnitude deste

Merton (1980) explica que o retorno de mercado esperado é frequentemente utilizado para a solução de investimentos e problemas em finanças corporativas. De acordo com Chen e Lin (2006), com o intuito de superar as desvantagens de utilizar a variância dos retornos da carteira como uma medida de risco e para modelar distribuições não normais, medidas de desempenho que estão preocupadas com a desvantagem, têm sido desenvolvidas. Da mesma forma, Briec, Kerstens e Jokung (2007) afirmam que, um número significativo de estudos mostra que os retornos da carteira geralmente não são distribuídos normalmente. Além disso, investidores preferem que a assimetria seja positiva, pois implica em baixa probabilidade de obter grande retorno negativo.

A reação do preço das ações para as decisões sobre investimento de capital de uma empresa, depende da avaliação da qualidade das suas oportunidades de investimento no mercado (CHUNG; WRIGTH; CHAROENWONG, 1998). Ao aplicar seus recursos, o investidor está empregando capital, com vistas a obter um resultado futuro que seja maximizado. O retorno é considerado a variação positiva ou negativa na riqueza de um investidor, sendo que normalmente é representado em forma de percentual. Vale ressaltar que os investimentos em ações podem ser caracterizados pela soma de dividendos, mais a variação do preço, dividido pelo preço inicial (BRUNI, 1998).

Conforme Artzner (1999), o risco está relacionado com a variabilidade do valor futuro de uma posição, em relação às mudanças do mercado de capitais ou a eventos incertos. Medidas de risco possuem um papel crucial na otimização sob a incerteza, principalmente para lidar com as perdas que podem ocorrer em finanças (ROCKAFELLAR; URYASEV, 2002).



Para tanto, Antunes e Prociانو (2003) frisam que os gestores devem investir em oportunidades produtivas que tenham rendimento superior ao custo de capital da organização, levando em consideração o risco que está associado. Tal procedimento conduz à maximização do valor da ação, produzindo rendimentos utilizados pelos acionistas, com vistas a ajustar seu padrão de consumo. Dessa forma, se os gestores optarem pela distribuição dos lucros na forma de dividendos, os acionistas poderão utilizar esses recursos, para estabelecer o seu padrão de consumo no presente. Entretanto, se decidirem pela retenção dos lucros para investimentos nas oportunidades de produção, os acionistas poderão receber no futuro, na forma de dividendos, bem como, ganhos de capital, os rendimentos dos projetos que terão um valor superior ao montante atual dos dividendos que não foram distribuídos (ANTUNES; PROCIANO, 2003).

Gutjahr e Pichler (2013) frisam que a análise de problemas com decisões, envolvem objetivos múltiplos, bem como, incertezas. Destacam ainda que, em aplicações econômicas e de gestão, são surpreendentes e frequentes, as características de diversos critérios de decisão e incertezas. Em finanças, a avaliação de desempenho da carteira é considerada uma área importante, visto que, vários estudos já têm sido realizados com o intuito de medir o desempenho em duas ou mais dimensões, isto é, o risco e retorno (LIU et al., 2015). Em outras palavras, Brandouy, Kersten e Woestyne (2015) destacam que, a principal vantagem do uso de medidas de eficiência, é que o desempenho pode ser medido por meio de múltiplas dimensões, baseadas no retorno médio e na medida de risco.

Se considerarmos que os retornos são distribuídos, podemos provar que, na escolha adequada das entradas e saídas, o modelo mais forte poderá ser capaz de identificar oportunidades de investimento eficientes. Ainda, as oportunidades de investimento são identificadas a partir das suas taxas de retorno (BRANDA, 2015).

### 2.3 DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

Em contextos de gestão, a programação matemática é normalmente utilizada para avaliar, entre um conjunto de possíveis cursos de ação alternativos, aquele que é melhor. Para tanto, serve como planejamento para a gestão. Já a Análise Envoltória de Dados, reverte este papel e emprega a programação matemática para obter avaliações da eficiência das realizações de gestão. A programação matemática é uma ferramenta para controle e avaliação do que foi realizado no passado, bem como, para auxiliar no planejamento de atividades que acontecerão no futuro (BANKER; CHARNES; COOPER, 1984).

A DEA permite medir a eficiência em relação as unidades de tomada de decisão. É uma técnica eficaz de medição de desempenho, que leva em consideração as entradas e saídas (BASSO; FUNARI, 2001; DING et al., 2014). Para tanto, vale ressaltar que, um dos principais objetivos da DEA, é medir a eficiência de uma Decision Making Unit (DMU), isto é, Unidade de Tomada de Decisão por medida de escala, variando de 0 (zero) a pior e, 1 (um) a melhor. Este valor é medido a partir de um modelo de programação linear (TONE, 2001).

Depois de algum tempo, a DEA foi adotada visando avaliar o desempenho das ações. Diferente de outras medidas de desempenho, esta tem a capacidade de incorporar diversos fatores associados com o desempenho do fundo. Diante disso, esta abordagem possibilita definir os índices de desempenho dos fundos mútuos que podem levar em consideração, as diferentes medidas de risco, bem como, os custos de investimento (CHEN; LIN, 2006).

O autor ainda complementa que a Análise Envoltória de Dados apresenta diversas vantagens: é uma técnica de análise não paramétrica; não necessita de qualquer modelo teórico como referência para medição; atua em relação ao melhor conjunto de fundos; dentro de certa categoria, pode resolver o problema da endogeneidade dos custos de transação. Além disso, a maior vantagem de usar este método para medir o desempenho, é que o mesmo revela a razão para um fundo ser ineficiente e ainda, demonstra como restaurar o fundo para o seu nível ideal de eficiência (CHEN; LIN, 2006).

Lozano e Gutiérrez (2008) complementam que, os modelos propostos podem ser rotulados como DEA, pois consideram determinado número de unidades de tomada de decisões semelhantes, cada um destes, tendo certa quantidade de uma única entrada e saída considerada. Conforme Briec e Kerstens (2009), durante décadas o desempenho da carteira era avaliado com base em medidas de desempenho que combinavam informações de risco e retorno. Contudo, recentemente, medidas de eficiência foram introduzidas para os fundos mútuos de benchmark, utilizando modelos não paramétricos.

Emrouznejad, Anouze e Thanassoulis (2010) também salientam que é um método não paramétrico que mede a eficiência de um determinado conjunto de unidades de tomada de decisão, como por exemplo, empresas ou entidades do setor público. Além disso, ressaltam que, os modelos originais de DEA só eram aplicáveis às entradas e saídas positivas. Entretanto, na literatura subsequente, surgiram diversas abordagens para permitir o uso de DEA para lidar com dados negativos. Até então, as entradas ou saídas negativas eram vistas como perdas.

Nesse sentido, Kerstens e Woestyne (2011) complementam que, a necessidade de adaptação da Análise Envoltória de Dados e outros modelos no contexto de dados negativos, tem sido uma questão que foi bastante negligenciada na literatura. O modelo DEA orientado para o risco, pode lidar com dados negativo ou iguais a zero. Contudo, orientado para o retorno, não pode lidar com o retorno negativo ou igual a zero diretamente, exceto se os dados forem transformados. Esse método tem se tornado bastante prático, até porque, simplifica os cálculos necessários (LIU et al., 2015).

Conforme Lamb e Tee (2012), a DEA estima a eficiência das diversas unidades de tomada de decisão (várias entradas e saídas). Tipicamente, a eficiência pode ser apresentada como a soma ponderada das entradas e das saídas. Para Branda (2013), várias medidas de risco e custos de transação foram consideradas como entradas e, o retorno médio bruto serviu como saída. Esse método foi aplicado em finanças, com vistas a encontrar oportunidades de investimento eficientes, dentre um conjunto de fundos mútuos ou ainda, índices financeiros.

Por fim, Keshavarz e Toloo (2015) salientam que a Análise Envoltória de Dados é uma metodologia matemática, não paramétrica, para medir a eficiência de um número de unidades semelhantes, que são chamados de DMU e realizam essencialmente a mesma tarefa, converter várias entradas em várias saídas. Nesse método, o marcador para a eficiência de uma DMU é definido como a relação máxima entre a soma ponderada das entradas para a soma ponderada das saídas, com a condição de ser menor ou igual a um. Para tanto, conforme Sharpe (1964), a eficiência no mercado acionário ocorre quando nenhuma empresa supera as que se encontram na linha de fronteira, sendo este o mesmo princípio do método DEA.

### 3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

A partir do objetivo de analisar o modelo de preferência do investidor por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) em empresas brasileiras, realizou-se um estudo descritivo quanto aos objetivos da pesquisa. Com relação aos procedimentos adotados neste estudo, tem-se uma pesquisa documental. Já no tocante à abordagem do problema de pesquisa, este estudo classifica-se como quantitativo.

A população da pesquisa compreende todas as empresas brasileiras pertencentes ao Índice Brasil 50 (IBrX-50) listadas na BM&FBovespa, ou seja, um total de 50 companhias. Escolheu-se as empresas do IBrX-50, pois este é um indicador de desempenho médio das cotações dos 50 ativos que possuem a maior negociabilidade e representatividade do mercado de ações brasileiro (BM&FBovespa, 2016). Vale ressaltar que foram utilizadas empresas de diversos setores. A amostra do estudo constituiu-se num total de 46, visto que as empresas: Vale, Bradesco e Petrobrás estavam em duplicidade e a Pão de Açúcar não apresentou dados.

Os dados referentes às ações de todas as empresas foram coletados na base de dados Thomson®, de forma semanal, considerando todas as sextas-feiras de cada mês, referente ao período de 2013 a 2015. Para a análise dos dados, aplicou-se o modelo não paramétrico de Análise Envoltória dos Dados (DEA), por meio do



software MaxDEA® para atender ao objetivo proposto nesta pesquisa. Com vistas a aplicar a metodologia DEA, utilizou-se como output (saídas) o preço da ação, isto é, o retorno do investimento na empresa e para os inputs (entradas) foi considerado a variabilidade do preço da ação, ou seja, a variabilidade do risco em se investir em determinada empresa no mercado de ações. Para os modelos, foi considerada a orientação à outputs, dado que o principal objetivo do investidor é o retorno do investimento, de retornos variáveis de escala, visto que retornos maiores estarão associados a riscos maiores em uma relação, não necessariamente linear.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção inicialmente serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação do método DEA e na sequência, para melhor entendimento do porquê determinadas empresas foram consideradas eficientes no mercado de ações utilizou-se a representação por meio de figuras. Deste modo, na Tabela 1 apresenta-se a eficiência das empresas listadas no IBrX-50 em relação aos investimentos no mercado acionário.

**TABELA 1**  
**Eficiência das empresas do IBRX-50 em relação aos investimentos**

n°	DMU	Score		
		2013	2014	2015
EM1	Ambev AS	0,940961	1	1
EM2	Banco Bradesco AS	0,634877	0,49909	0,486598
EM3	Banco do Brasil AS	0,523064	0,431779	0,453573
EM4	BB Seguridade Participações SA	0,398268	0,516879	0,682531
EM5	BM&F Bovespa SA	0,579721	0,328345	0,538522
EM6	BR Malls Participações SA	0,447833	0,421286	0,41092
EM7	Bradespar AS	0,490576	0,323414	0,288755
EM8	Braskem AS	0,380392	0,372656	0,247496
EM9	BRF AS	0,916903	1	1
EM10	CCR AS	0,666483	0,534138	0,621024
EM11	Cetip SA Mercados Organizados	1	0,529118	0,974677
EM12	Cielo AS	0,441766	0,609437	0,770317
EM13	Companhia Energética de Minas Gerais CEMIG	0,72949	0,254237	0,235824***
EM14	Companhia Siderúrgica Nacional	0,194195***	0,195236***	0,244639***
EM15	Cosan SA Indústria e Comercio	1	0,606322	0,541508
EM16	CPFL Energia AS	0,807835	0,479772	0,579393
EM17	CyrelaBrazilRealtySA	0,683537	0,500728	0,363136
EM18	Embraer AS	0,48504	0,447452	0,739863
EM19	Equatorial Energia AS	0,544061	0,447781	0,600322
EM20	Estácio Participações SA	0,435052	0,484264	0,44994
EM21	Fibra Celulose AS	0,556087	0,462136	0,670811
EM22	Gerdau AS	0,396308	0,261616	0,240459
EM23	Hypermarcas AS	0,562212	0,498495	0,514666
EM24	Itaú Unibanco Holding SA	0,782208	0,54248	0,788484
EM25	Itaúsa Investimentos Itaú SA	1	0,302986	0,615713
EM26	JBS AS	0,366844	0,235015***	0,464513
EM27	Klabin AS	1	1	1
EM28	Kroton Educacional SA	0,256151***	0,265146	0,429101
EM29	Localiza Rent a Car SA	0,93188	0,661762	0,470011
EM30	Lojas Americanas AS	0,624358	0,346285	0,892665
EM31	Lojas Renner AS	0,464142	0,363317	0,4736
EM32	Metahúrgica Gerdau SA	0,448824	0,310456	0,121293***
EM33	MRV Engenharia e Participações SA	0,24797***	0,393572	0,565087
EM34	Multiplan Empreendimentos Imobiliários SA	1	0,929503	0,736007
EM35	Natura Cosméticos AS	0,829349	0,677099	0,58227
EM36	Petróleo Brasileiro SA Petrobras	0,573076	0,321081	0,289144
EM37	Qualicorp AS	0,467241	0,425371	0,396336
EM38	Raia Drogasil AS	0,420307	0,373282	0,558428
EM39	Smiles AS	0,480286	0,677822	0,700431
EM40	Suzano Papel e Celulose SA	0,364391	0,323052	0,385478
EM41	Telefônica Brasil AS	1	0,80891	0,691514
EM42	Tim Participações AS	0,274258	0,503949	0,358831
EM43	Ultrapar Participações SA	0,976472	1	0,991378
EM44	Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais SA Usiminas	0,277438	0,164057***	0,190194***
EM45	Vale AS	0,61657	0,468619	0,411225
EM46	WEG AS	0,57998	0,360229	0,663299

Dados da pesquisa.

Nota Tabela 1 \*\*\* Empresas que apresentaram menor desempenho (ineficientes).

A partir da Tabela 1, nota-se que no ano de 2013 houve o maior número de empresas que obtiveram eficiência máxima (1,0) em relação aos investimentos, ou seja, seis empresas das 46 analisadas, sendo estas: Cetip, Cosan, Itausa, Klabin, Multiplan e Telefônica Brasil. Já nos anos seguintes, em 2014 e 2015 esse número diminuiu. Em 2014 foram apenas quatro empresas (Ambev, BRF, Klabin e Ultrapar Participações) e em 2015 três (Ambev, BRF e Klabin). Diante disso, é possível notar que a empresa Klabin foi a que mais se destacou, visto que obteve eficiência máxima nos três anos analisados. Além disso, outras empresas que se destacaram foram a Ambev e BRF, contudo, estas em apenas dois dos três anos analisados, isto é, somente em 2014 e 2015. Dessa forma, entende-se que estas empresas que obtiveram eficiência máxima nos três anos analisados renderam os melhores resultados possíveis, quanto aos investimentos, ou seja, estas empresas foram consideradas os modelos de preferência do investidor.

Os resultados da pesquisa indicaram uma eficiência considerada baixa nas empresas do IBrX-50 da Bovespa no mercado de ações, tendo em vista que em 2013 apenas 13,04% da amostra apresentaram eficiência, ou seja, foram as empresas que mais trouxeram retorno para os investidores. No ano de 2014 foram 8,70% que obtiveram essa eficiência no mercado acionário. Por fim, em 2015 esse percentual foi ainda menor, sendo de 6,52%. Estes resultados demonstram que um número reduzido de empresas listadas neste índice apresentam ótimos retornos para os investidores. Nesse sentido, vale destacar que diversas empresas chegaram próximo a eficiência máxima, que é correspondente a partir do método DEA a 1,0.

Para Fama (1970), o ideal seria um mercado em que os preços fornecessem informações precisas, ou seja, um mercado em que as empresas pudessem determinar o melhor investimento para o momento, a partir das informações disponíveis, denominando um mercado de capitais eficiente.

O método DEA, apresenta as empresas ineficientes e identifica também as empresas eficientes, estas que são responsáveis por determinada empresa ter sido considerada ineficiente. As organizações ineficientes devem utilizar os benchmarks como referência, no sentido de melhorar a relação entre risco e retorno das suas ações no mercado acionário, conquistando assim, mais investidores.

Destacam-se algumas empresas ineficientes que devem ter como ponto de referência as eficientes. Como exemplo, no ano de 2013 a empresa Companhia Siderúrgica Nacional obteve um score de 0,194, sendo a menos eficiente em relação as demais da amostra, e teve como ponto de referência as empresas Multiplan (0,096) e Telefônica Brasil (0,903). Diante disso, para a empresa Siderúrgica Nacional diversificar o investimento, as alternativas para tal (benchmarks) seriam 90% na empresa Telefônica Brasil e os outros 10% na empresa Multiplan, visto que essas empresas foram eficientes nesse ano no mercado de ações, pois apresentaram menor risco e consequentemente um maior retorno. A partir do momento em que a empresa Siderúrgica Nacional utilizar como ponto de referências as empresas Telefônica Brasil e Multiplan, esta passará a melhorar a relação entre risco e retorno, para atrair novos investidores. Já no que tange o investidor, em termos de risco e retorno, o mesmo irá melhorar a eficiência de sua carteira, investindo em empresas eficientes.

No ano de 2014 buscando exemplificar a interpretação dos benchmarks, foi analisada a empresa Usiminas, uma vez que esta foi a mais ineficiente no ano analisado, apresentando um score de (0,164). Para tanto, esta empresa deve orientar-se pelas empresas BRF (0,043) e Ultrapar (0,956), pois as mesmas obtiveram um score maior de eficiência no mercado acionário. Deste modo, a Usiminas deve basear-se naquelas empresas que lhe servem de benchmark, no sentido de conhecer suas potencialidades e planejar suas estratégias de ação para alcançar maiores níveis de eficiência. Assim, criam-se oportunidades para que as empresas ineficientes tenham um melhor desempenho perante sua carteira de ações.

Nesse sentido, vale salientar que a tomada de decisão dos investidores depende de diversos critérios que devem auxiliá-lo a selecionar a melhor opção entre as oportunidades de investimentos ofertadas pelas empresas e uma dessas, é a partir do benchmark (BRANDA, 2013).

Já no ano de 2015 a empresa considerada a menos eficiente foi a Metalúrgica Gerdau, pois obteve um score de eficiência de 0,121, estando longe do patamar de eficiência, considerado 1,0. Nesse sentido, as empresas ponto de referência, isto é, que proporcionam menor risco e retorno maior, para a Gerdau orientar-se foram as empresas Ambev (0,228) e novamente a BRF (0,771). Deste modo, para a empresa Gerdau diversificar seus investimentos, as alternativas possíveis seriam 23% na empresa Ambev e 77% na empresa BRF. Ressalta-se a partir da análise da ineficiência das empresas no mercado acionário, que a Companhia Siderúrgica Nacional, nos três anos analisados, apresentou-se ineficiente.

Em síntese, percebe-se que a existência de ineficiências em algumas empresas listadas no IBrX-50 da Bovespa, impede que este índice atinja seu potencial máximo no mercado de ações. A eliminação das ineficiências das empresas em relação ao risco e retorno ocorrido no mercado de ações é fundamental para proporcionar maior nível de equidade no oferecimento de ações, que sejam mais rentáveis ao investidor e ponderadas pelo risco de mercado. Destaca-se que uma das formas de reduzir tais disparidades de ineficiência no mercado acionário é observar quais foram as medidas adotadas pelas empresas eficientes e então, as empresas ineficientes buscar segui-las para melhorar o seu desempenho.

A partir da representação da curva de oportunidades de investimentos elaborada por Sharpe (1964), buscou-se nesse estudo analisar o risco e o retorno das empresas do IBrX-50 no cenário brasileiro, apontando dessa forma, um modelo de preferência de investimentos do investidor com base nas empresas analisadas na presente pesquisa. Na Figura 2, apresentam-se as empresas listadas no índice IBrX-50 da BM&FBovespa e seu risco e retorno proporcionado aos investidores no mercado de ações no ano de 2013.

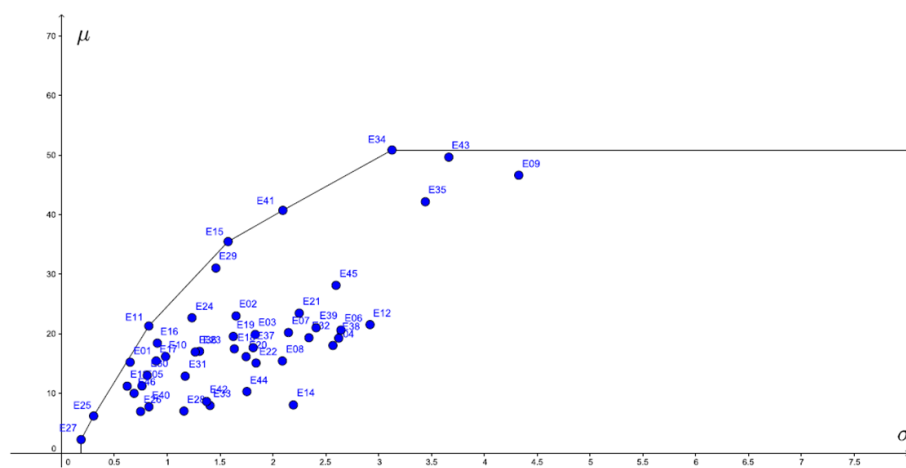


FIGURA 2

Risco e Retorno das empresas do IBrX-50 em relação aos investimentos no ano de 2013

Dados da pesquisa.

Por meio da Figura 2, observa-se que a empresa Klabin (E27) no ano de 2013 não apresentou variabilidade no preço das ações (input), tendo em vista que esta empresa apresenta menor risco e menor retorno efetivado em relação as ações (output). Dessa forma, entende-se que esta empresa proporciona aos investidores, melhores garantias de que os valores investidos ficarão estáveis, ou seja, não haverá grandes ganhos e perdas. Além disso, esta empresa apresenta um ativo mais seguro no mercado de ações. Destaca-se outra empresa que apresenta garantias aos investidores, no ano de 2013, semelhante a empresa Klabin é a empresa Itaúsa (E25), porém esta apresenta menor variabilidade em relação ao risco e ao mesmo tempo um leve aumento no retorno do preço das ações. Em relação a garantia, Bruni (1998) destaca que o equilíbrio ocorre a partir do momento em que o retorno efetivado de um ativo, passar a ser igual ao retorno de um ativo livre de risco.

Além disso, Fama e French (2004) salientam que o CAPM fornece a explicação para a relação entre o risco e retorno dos ativos financeiros, tendo por base a média, variância e eficiência que os investidores avessos ao risco buscam. No entanto, estes investidores escolhem apenas carteiras eficientes que apresentam variância

mínima frente o máximo de retorno efetivado. Desse modo, entende-se que os resultados da empresa Klabin podem ser bem explicados a partir dessa teoria.

Ressalta-se que a empresa Multiplan (E34) apresentou no ano de 2013, maior variabilidade do preço das ações (risco) e maior retorno das ações aos investidores. Deste modo, os investidores mais ousados no mercado acionário, passam a investir nessa empresa, dentre as analisadas, visto que possibilita os maiores retornos e por consequência, maiores riscos. Rockafellar e Uryasev (2002) salientam que medidas de risco possuem um papel crucial na otimização sob a incerteza, em especial para lidar com as perdas que podem ocorrer em finanças.

Ainda a partir da Figura 2, visualiza-se que as empresas consideradas eficientes no mercado de ações, estão localizadas na fronteira do modelo de oportunidades de investimentos em relação as empresas do IBrX-50. Além disso, empresas eficientes (fronteira) foram aquelas que dado o seu retorno efetivado, não há nenhuma outra opção de empresa com um retorno maior e com um risco menor ou igual a esta empresa. Destaca-se a empresa Cosan (E15), visto que apresentou um risco menor e consequentemente um maior retorno, sendo desta forma, considerada eficiente. Já as demais empresas que se situaram abaixo desta linha de fronteira, foram aquelas que se apresentaram próximas a eficiência e ainda se tem as ineficientes, que estão mais distantes e que necessitaram de empresas, como modelo de referência (benchmarks).

Deste modo, as empresas referência no ano de 2013 para os investidores negociarem ações no mercado acionário foram: Klabin (E27), Itausa (E25), Cetip (E11), Cosan (E15), Telefônica Brasil (E41) e Multiplan (E34), visto que foram as empresas que se encontraram na fronteira, isto é, na curva de oportunidades de investimento. Sharpe (1964) destaca que o investidor pode atingir qualquer um dos pontos da fronteira, pois poderá obter uma maior taxa de retorno esperada se em contrapartida incorrer um risco adicional.

A partir da Figura 3 apresenta-se o modelo de oportunidades de investimentos, isto é, o risco e retorno das empresas do IBrX-50 em relação aos investimentos no mercado de ações no ano de 2014.

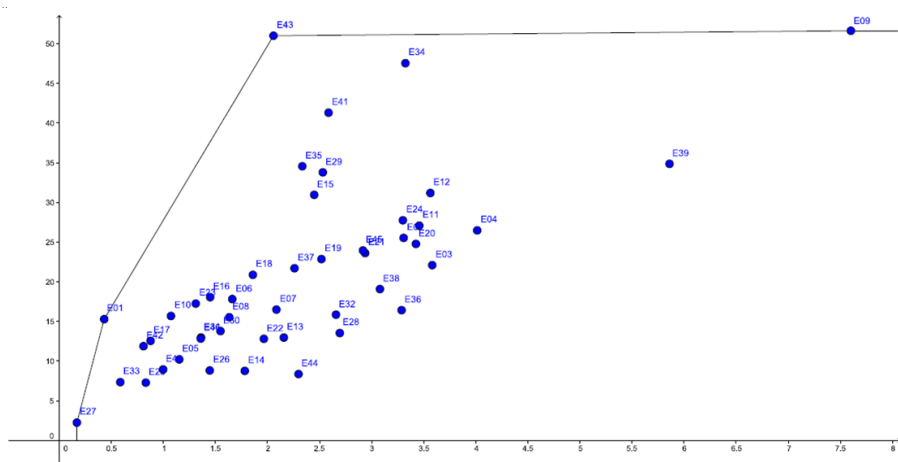


FIGURA 3

Risco e Retorno das empresas do IBrX-50 em relação aos investimentos no ano de 2014

Dados da pesquisa

Conforme os dados apresentados na Figura 3, nota-se que novamente a empresa Klabin (E27) destacou-se no ano de 2014, ou seja, possuía a menor variabilidade no risco da ação e consequentemente, proporcionou o menor retorno desta, praticando preços equilibrados em relação ao risco e retorno do negócio. Esta empresa encontrou-se na linha de fronteira, visto que, proporcionava aos investidores maiores garantias de que o risco em se investir ações nessa empresa, será proporcional ao retorno na venda das ações adquiridas.

Além disso, conforme a Figura 3, a empresa Ultrapar (E43) apresentou no ano de 2014, a maior variabilidade no preço das ações praticadas, isto é, um risco maior e consequentemente, um maior retorno. Este resultado demonstra que quanto menor é a variabilidade do risco, menor também será o retorno proporcionado pelo investimento auferido em determinada empresa.



Destaca-se ainda, a empresa BRF (E09), visto que apresentou a maior variabilidade no risco e, o mesmo retorno oferecido pela empresa Ultrapar. Nesse sentido, investidores que almejam retornos maiores, irão comprar ações das empresas Ultrapar e BRF, pois além de proporcionarem retornos maiores, encontraram-se na fronteira de eficiência, isto é, foram consideradas oportunidades de investimentos boas no mercado acionário, mas que apresentaram altos riscos aos investidores. Deste modo, quanto maior é a variabilidade do preço das ações (risco), maior será o retorno obtido na venda das ações.

Em relação a esta empresa, pode-se apresentar a explicação de Merton (1980), na qual o retorno de mercado esperado é frequentemente utilizado para a solução de investimentos e problemas em finanças corporativas. Briec, Kerstens e Jokung (2007) afirmam que, um número significativo de estudos mostra que os retornos da carteira geralmente não são distribuídos normalmente.

Observa-se ainda, de acordo com a Figura 3, que as empresas consideradas eficientes, ou seja, que apresentaram oportunidades de investimentos de boas no mercado de ações no ano de 2014 foram aquelas que estão na linha de fronteira ((Klabi (E27), Ambev (E01), Ultrapar (E43) e BRF (E09)). Contudo, as empresas que se encontraram abaixo da linha de fronteira, foram as denominadas ineficientes e que necessitavam de um ponto de referência para melhorarem seu desempenho no mercado acionário. Esse ponto de referência, diz respeito as empresas que possibilitaram uma variabilidade no risco menor e consequentemente, um retorno maior. Complementa-se que, conforme Chung, Wrigth e Charoenwong (1998), a reação do preço das ações para as decisões sobre investimento de capital de uma empresa, depende da avaliação da qualidade das suas oportunidades de investimento no mercado.

Na Figura 4 evidencia-se o risco e retorno das empresas do IBrX-50 em relação aos seus investimentos no ano de 2015.

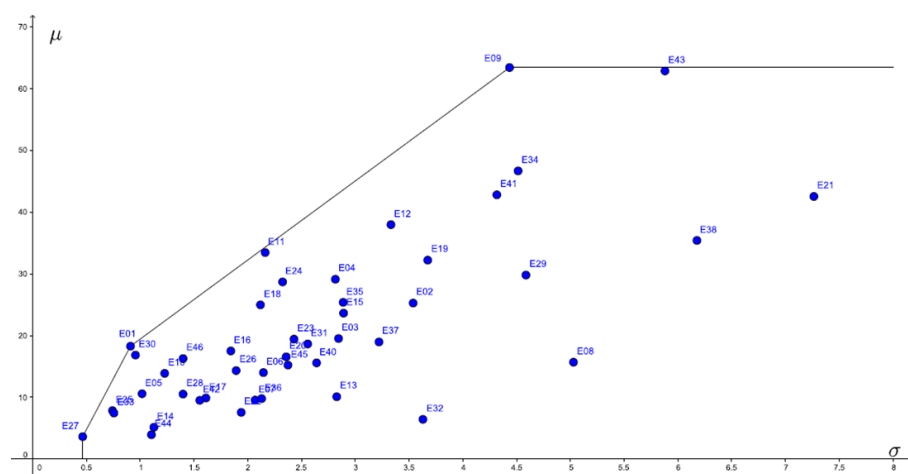


FIGURA 4  
Risco e Retorno das empresas do IBrX-50 em relação aos investimentos no ano de 2015  
Dados da pesquisa.

De acordo com os dados apresentados na Figura 4, percebe-se o mesmo cenário em relação aos anos de 2013 e 2014, no que tange a empresa Klabin (E27), pois novamente apresentou uma das melhores oportunidades de investimento no mercado de ações, visto que, obteve a menor variabilidade no preço das ações (risco) e, um menor retorno aos investidores. Esse resultado demonstra que esta empresa apresenta menores riscos aos investidores e por consequência, menor retorno.

Outra empresa que se destacou novamente no ano de 2015 foi a BRF (E09). No entanto, em 2015 esta apresentou um cenário diferenciado em relação ao ano de 2014, mas continuou na linha de fronteira, ou seja, na linha de eficiência. Para tanto, segundo a Figura 4, no ano de 2015, a empresa BRF (E09) evidenciou uma variabilidade no preço da ação alta e, um retorno alto. Este achado demonstra que quanto maior a variabilidade no preço das ações, muitas vezes, o retorno passa a ser equilibrado como ocorreu no ano de 2014

e, diferenciado conforme o ano de 2015. Deste modo, constata-se que cada empresa apresenta diferenças nos anos analisados.

A partir desse resultado, vale destacar que o modelo de comportamento do investidor no mercado de ações, conforme apresentado por Sharpe (1964), é aquele que considera o investidor em relação a escolha de um conjunto de oportunidades de investimento, que maximiza a sua utilidade. Contudo, todos os planos (modelos) envolvem algum risco. O investidor poderá escolher dentre todos os planos, aquele que o coloca na curva representada pelo nível mais elevado de utilidade (ponto F), que neste caso seria a empresa BRF (E09).

Deve-se encontrar o conjunto de planos de investimento eficientes, assim, um plano é considerado eficiente a partir da análise de três princípios. Nesse caso, pode-se verificar o primeiro plano, no qual não há alternativa com o mesmo retorno efetivado e um risco menor, como exemplo entre a empresa (E09: BRF) que pode ser aquela que apresenta praticamente o mesmo retorno da empresa (E43: Ultrapar), porém com risco menor.

Antunes e Prociano (2003) frisam que os gestores devem investir em oportunidades produtivas que tenham rendimento superior ao custo de capital da organização, levando em consideração o risco que está associado. As oportunidades de investimento são identificadas a partir dessas taxas de retorno (BRANDA, 2015).

Além disso, a partir da análise da linha de fronteira, constatou-se que as empresas Klabin (E27), Ambev (E01) e BRF (E09) foram denominadas eficientes no ano de 2015, ou seja, foram as empresas que apresentaram as melhores oportunidades de investimentos nesse ano. No entanto, duas destas empresas apresentaram uma alta variabilidade no preço das ações e posteriormente maior retorno aos investidores. Dessa forma, será provável que os investidores que almejam altos retornos, investiram nessas empresas correndo o risco de perderem muito com esse investimento. Já as empresas que não estão na linha de fronteira, foram as ineficientes, tais como, Fibria (E21), Raia Drogasil (E38), Braskem (E08) dentre outras, conforme a Figura 4. Destaca-se que estas empresas para competirem com as eficientes no mercado de ações, devem buscar uma empresa referência para conseguirem aumentar seus retornos aos acionistas, levando em consideração a variabilidade do preço das ações (risco).

A partir dos resultados supracitados dos anos de 2013, 2014 e 2015 para as empresas listadas no IBrX-50, nota-se que a empresa Klabin é a considerada mais eficiente em todos os anos analisados, isto é, a que mais apresenta um ativo seguro no mercado de ações. Este fato pode ser explicado, visto que esta empresa é a maior produtora e exportadora de papel do Brasil. Além disso, as ações da Klabin passaram a ser negociadas no Nível 2 de Governança Corporativa da BM&FBOvespa e, é integrante do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE).

No que tange o mercado de capitais, a empresa Klabin implementou o programa de emissão de certificados de depósitos de ações (Units), que é composto de uma ação ordinária (ON) e quatro ações preferenciais (PN). Essas negociações iniciaram em janeiro de 2014 e ao fim desse ano, mais de 95% das ações preferenciais da Klabin já estavam incorporadas pelas Units (KLBN11). Esses certificados movimentaram uma média de R\$ 41,8 milhões por dia no último trimestre de 2014, e em 2013 a média diária era de R\$ 28,3 milhões nas negociações de ações preferenciais, representando um aumento de 48% na liquidez das ações. O preço de fechamento das Units ao fim de 2014, comparado ao preço praticado em 2013, apresentou uma valorização de 20%, antes apresentava uma desvalorização do Ibovespa de 3% ao ano. Outro fato interessante para o desenvolvimento da Klabin no mercado acionário, é de que ao fim do ano de 2014, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), detinha 65,9 milhões de ações ordinárias e 263,8 milhões de ações preferenciais da Klabin, totalizando 6,97% do total das ações (KLabin, 2014).

Nota-se a partir desta descrição da Klabin, no seu Relatório de Sustentabilidade do ano de 2014, que com a implementação desse sistema Units, a movimentação diária no mercado de ações aumentou neste mesmo ano, o que pode explicar o destaque de eficiência nesta pesquisa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou analisar o modelo de preferência do investidor por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) em empresas brasileiras. Para tanto, realizou-se uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa por meio de análise documental com dados secundários. Diante da população de 50 empresas que pertencem ao índice IBrX-50 da Bovespa, 46 destas compõem a amostra, visto que as empresas Vale, Bradesco e Petrobrás estavam duplicadas na listagem e a empresa Pão de Açúcar não apresentou os dados necessários para a análise no período de 2013 a 2015. Para a análise dos resultados efetuou-se o cálculo do DEA, este que possibilitou verificar as empresas eficientes e ineficientes no mercado acionário brasileiro, tendo como princípio de que nenhuma empresa supera aquelas que estão na linha de fronteira, isto é, as empresas que se encontram com o score máximo (1,0) de eficiência.

Os resultados evidenciaram que ocorreram diferenças significativas no nível de eficiência entre as empresas listadas no IBrX-50 da Bovespa, no que tange a eficiência no mercado de capitais. Das 46 empresas pertencentes à amostra, seis apresentaram scores de eficiência iguais a 1, ou seja apenas 13,04% da amostra foram eficientes no ano de 2013, sendo as empresas: Cetip, Cosan, Itausa, Klabin, Multiplan e Telefônica Brasil. No ano de 2014 este cenário apresentou uma queda, visto que 8,70% da amostra apresentaram-se eficientes, isto é, apenas quatro empresas (Ambev, BRF, Klabin e Ultrapar Participações). Já no ano de 2015, obteve-se um resultado ainda mais preocupante, pois apenas três empresas obtiveram scores de eficiência igual a 1,0 dentre as empresas do IBrX-50 (Ambev, BRF e Klabin). No entanto, destaca-se que diversas empresas quase atingiram o máximo de eficiência, o que demonstra que muitas empresas da amostra estão gerenciando suas ações para que tenham eficiência no mercado acionário. Este resultado demonstra que essas empresas eficientes foram aquelas que se encontraram na linha da fronteira, ou seja, foram as empresas que conforme o seu retorno efetivado, não há nenhuma outra opção (empresa) que apresente um retorno maior e que tenha um risco menor.

Considerando a eficiência de uma parcela significativa da amostra, há empresas que estão aquém da eficiência média das listadas no IBrX-50 da Bovespa, como é o caso da empresa Companhia Siderúrgica Nacional no ano de 2013, Usiminas e Metalúrgica Gerdau nos anos de 2014 e 2015 respectivamente, sendo estas empresas consideradas na pesquisa, como as mais ineficientes, com score médio estimado em 0,16. Para que fossem consideradas eficientes, o seu desenvolvimento no mercado de ações deveria crescer em média 80%. Estas empresas ineficientes para diversificarem os seus investimentos, possuem como alternativas de investimento (benchmarks) as empresas Mutiplan e Telefônica Brasil, que foram o ponto de referência para a Companhia Siderúrgica Nacional, as empresas BRF e Ultrapar para a Usiminas e por fim, as empresas Ambev e BRF foram o ponto de referência da empresa Metalúrgica Gerdau, visto que, estas empresas que foram alternativas, apresentaram um risco menor e consequentemente um retorno maior no que tange o mercado acionário.

Destaca-se que em todos os anos analisados (2013, 2014 e 2015) a empresa Klabin é a considerada eficiente, ou seja, é a empresa que mais apresenta um ativo seguro no mercado de ações, bem como, evidencia garantias para os investidores. Nesse sentido, Fama e Macbeth (1973) ressaltam que os investidores desejam que a carteira de ações seja eficiente. No que tange a empresa ineficiente em todo o período analisado, tem-se a Companhia Siderúrgica Nacional, ou seja, esta empresa em todos os anos ficou longe da linha de fronteira, apresentando scores baixos de eficiência.

Em relação ao objetivo da pesquisa, pode-se considerar que o modelo de preferência do investidor por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA) para os anos de 2013, 2014 e 2015 foram as empresas Ambev, BRF, Cetip, Cosan, Itausa, Klabin, Multiplan, Telefônica Brasil e Ultrapar Participações, visto que estas obtiveram scores de eficiência máximo, o que denota que estas empresas possuem um retorno efetivado, que nenhuma das outras empresas conseguiu superar com um risco menor e até mesmo, igual a estas empresas.

Tendo em vista esse cenário, Camargos e Barbosa (2003) ressaltam que o preço das ações reflete todas as informações importantes disponíveis no mercado de capitais. Para tanto, esse mercado é importante para o desempenho econômico do país, pois melhora e fortalece os níveis de eficiência do mercado financeiro.

Por fim, os resultados indicam que diversas empresas apresentaram score de eficiência acima e abaixo da média, o que demonstra que há diferenças significativas nos níveis de eficiência entre as empresas listadas no IBrX-50 da Bovespa.

Conclui-se que a eficiência das empresas listadas neste índice, perante o mercado de ações é satisfatória, visto que poucas empresas da amostra apresentaram score máximo de eficiência. Todavia, a eficiência pode ser melhorada a partir da orientação das empresas não eficientes pelos seus benchmarks explanados durante a análise do estudo.

Para Brandouy, Kersten e Woestyne (2015), a principal vantagem do uso de medidas de eficiência, é que o desempenho pode ser medido por meio de múltiplas dimensões, baseadas no retorno médio e na medida de risco.

As limitações deste estudo consistem na impossibilidade da generalização dos resultados, pois a amostra analisada compreendeu apenas empresas listadas em um índice específico da BM&FBovespa, isto é, o IBrX-50. Outra limitação, diz respeito ao método estatístico utilizado no estudo que, por ser uma técnica não paramétrica, torna-se difícil formular hipóteses estatísticas para melhor explicação e evidência dos resultados.

Recomenda-se para pesquisas futuras, analisar outras empresas listadas em índices da BM&FBovespa, tais como o índice IBrX-100, com o intuito de comparar suas eficiências. Além disso, outra possibilidade de investigação é correlacionar a eficiência das empresas, mensurada pelo DEA, com a satisfação dos respectivos investidores nessas empresas, ou até mesmo, analisar a eficiência de empresas listadas em Bolsas de Valores no exterior.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Marco Aurélio; PROCIANOY, Jairo Laser. Os efeitos das decisões de investimentos das empresas sobre os preços de suas ações no mercado de capitais. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, v. 38, n. 1, p. 5-14, 2003.
- ARTZNER, Philippe; DELBAEN, Freddy; EBER, Jean-Marc; HEATH, David. Coherent measures of risk. *Mathematical finance*, v. 9, n. 3, p. 203-228, 1999.
- BANKER, Rajiv D.; CHARNES, Abraham; COOPER, William Wager. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BASSO, Antonella; FUNARI, Stefania. A data envelopment analysis approach to measure the mutual fund performance. *European Journal of Operational Research*, v. 135, n. 3, p. 477-492, 2001.
- BM&FBOVESPA. Índice Brasil 50 (IBrX 50). 2016. Disponível em: [http://www.bmfbovespa.com.br/pt\\_br/produtos/indices/indices-amplos/indice-brasil-50-ibrx-50-1.htm](http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-amplos/indice-brasil-50-ibrx-50-1.htm). Acesso em: 22 Mar. 2016.
- BRANDA, Martin. Diversification-consistent data envelopment analysis with general deviation measures. *European Journal of Operational Research*, v. 226, n. 3, p. 626-635, 2013.
- BRANDA, Martin. Diversification-consistent data envelopment analysis based on directional-distance measures. *Omega*, v. 52, p. 65-76, 2015.
- BRANDA, Martin. Mean-value at risk portfolio efficiency: approaches based on data envelopment analysis models with negative data and their empirical behaviour. *4OR-QJ Oper Res.*, p. 14-77, 2016.
- BRANDA, Martin; KOPA, Milos. DEA-Risk Efficiency and Stochastic Dominance Efficiency of Stock Indices\*. *Finance aúv r-Czech Journal of Economics and Finance*, v. 62, n. 2, p. 106-124, 2012.

- BRANDOUY, Olivier; KERSTENS, Kristiaan; WOESTYNE, Ignace Van de. Frontier-based vs. traditional mutual fund ratings: A first backtesting analysis. *European Journal of Operational Research*, v. 242, n. 1, p. 332-342, 2015.
- BRIEC, Walter; KERSTENS, Kristiaan. Multi- horizon Markowitz portfolio performance appraisals: A general approach. *Omega*, v. 37, n. 1, p. 50-62, 2009.
- BRIEC, Walter; KERSTENS, Kristiaan; JOKUNG, Octave. Mean-variance-skewness portfolio performance gauging: a general shortage function and dual approach. *Management Science*, v. 53, n. 1, p. 135-149, 2007.
- BRUNI, Adriano Leal. Risco, retorno e equilíbrio: uma análise do modelo de Precificação de ativos financeiros na avaliação de ações Negociadas na Bovespa (1988-1996). 163 f. Dissertação (Mestre em Administração) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- CAMARGOS, Marcos Antônio de; BARBOSA, Francisco Vidal. Teoria e evidência da eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro. *Caderno de Pesquisas em Administração*, v. 10, n. 1, p. 41-55, 2003.
- CHEN, Zhiping; LIN, Ruiyue. Mutual fund performance evaluation using data envelopment analysis with new risk measures. *Or Spectrum*, v. 28, n. 3, p. 375-398, 2006.
- CHUNG, KeeH.; WRIGHT, Peter; CHAROENWONG, Charlie. Investment opportunities and market reaction to capital expenditure decisions. *Journal of Banking & Finance*, v. 22, n. 1, p. 41-60, 1998.
- DING, Hui; ZHOU, Zhongbao; XIAO, Helu; MA, Chaoqun; LIU, Wenbin. Performance Evaluation of Portfolios with Margin Requirements. *Mathematical Problems in Engineering*, p. 1-8, 2014.
- EMROUZNEJAD, Ali; ANOUZE, Abdel Latef; THANASSOULIS, Emmanuel. A semi-oriented radial measure for measuring the efficiency of decision making units with negative data, using DEA. *European Journal of Operational Research*, v. 200, n. 1, p. 297-304, 2010.
- FAMA, Eugene. Efficient capital markets: a review of Theory and empirical work. *The Journal of Finance*, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.
- FAMA, Eugene F.; FRENCH, Kenneth R. The capital asset pricing model: Theory and evidence. *Journal of Economic Perspectives*, v. 18, n. 3, p. 25-46, 2004.
- FAMA, Eugene F.; MACBETH, James D. Risk, return, and equilibrium: Empirical tests. *The Journal of Political Economy*, v. 81, n. 3, p. 607-636, 1973.
- GUTJAHN, Walter J.; PICHLER, Alois. Stochastic multi-objective optimization: a survey on non- scalarizing methods. *Annals of Operations Research*, v. 236, p. 475-499, 2013.
- JAGANNATHAN, Ravi; WANG, Zhenyu. The conditional CAPM and the cross - section of expected returns. *The Journal of finance*, v. 51, n. 1, p. 3-53, 1996.
- KERSTENS, Kristiaan; VAN DE WOESTYNE, Ignace. Negative data in DEA: a simple proportional distance function approach. *Journal of the Operational Research Society*, v. 62, n. 7, p. 1413-1419, 2011.
- KESHAVERZ, Esmail; TOLOO, Mehdi. Efficiency status of a feasible solution in the Multi-Objective Integer Linear Programming problems: a DEA methodology. *Applied Mathematical Modelling*, v. 39, n. 12, p. 3236-3247, 2015.
- KLABIN – Relatório de Sustentabilidade de 2014. 2014. Disponível em: . Acesso em: 29 de Mar. 2014.
- LAMB, John D.; TEE, Kai-Hong. Data envelopment analysis models of investment funds. *European Journal of Operational Research*, v. 216, n. 3, p. 687-696, 2012.
- LIU, Wenbin; ZHOU, Zhongbao; LIU, Debin; XIAO, Helu. Estimation of portfolio efficiency via DEA. *Omega*, v. 52, p. 107-118, 2015.
- LOZANO, Sebastián; GUTIÉRREZ, Ester. Data envelopment analysis of mutual funds based on second-order stochastic dominance. *European Journal of Operational Research*, v. 189, n. 1, p. 230-244, 2008.
- MACKINLAY, A. Craig. Multifactor models do not explain deviations from the CAPM. *Journal of Financial Economics*, v. 38, n. 1, p. 3-28, 1995.
- MCCONNELL, John J.; MUSCARELLA, Chris J. Corporate capital expenditure decisions and the market value of the firm. *Journal of financial economics*, v. 14, n. 3, p. 399-422, 1985.



- MERTON, Robert C. On estimating the expected return on the market: An exploratory investigation. *Journal of financial economics*, v. 8, n. 4, p. 323- 361, 1980.
- MOSSIN, Jan. Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica: Journal of the econometric society*, v. 34, n. 4, p. 768-783, 1966.
- ROCKAFELLAR, R. Tyrrell; URYASEV, Stanislav. Conditional value-at-risk for general loss distributions. *Journal of banking & finance*, v. 26, n. 7, p. 1443-1471, 2002.
- SHARPE, William F. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.
- TONE, Kaoru. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European journal of operational research*, v. 130, n. 3, p. 498-509, 2001.
- TREYNOR, Jack L. Toward a theory of market value of risky assets. Unpublished manuscript, v. 6, p. 1-19, 1961.
- WILLIAMS, Joseph T. Capital asset prices with heterogeneous beliefs. *Journal of Financial Economics*, v. 5, n. 2, p. 219-239, 1977.