

Avaliação do Desempenho Financeiro em Organizações da Construção Civil: a Abordagem DEA em Dois Estágios

ADRIELLEN DA SILVA ALBUQUERQUE

Universidade de Brasília (UnB)

LORENA ALMEIDA CAMPOS

Universidade de Brasília (UnB)

Resumo

Motivado pela escassez de estudos envolvendo a DEA em dois estágios na Construção Civil, e tendo em vista a importância do setor para a economia brasileira e a necessidade de estudos com foco financeiro, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o desempenho de organizações da Construção Civil listadas na B3 por meio de duas dimensões: (i) eficiência da rentabilidade e (ii) eficiência na geração de valor de mercado. Para isso, utilizou o modelo DEA em dois estágios de Tsolas (2013). A amostra do trabalho é composta por 18 organizações listadas na B3, no subsetor de Construção Civil, segmento de Incorporações, no ano de 2018. O modelo DEA utilizado foi o BCC com orientações *input* e *output* para o primeiro e segundo estágio, respectivamente, em conformidade com o estudo de Tsolas (2013). O modelo CCR foi utilizado para obtenção dos escores de eficiência técnica geral (ETG). Foi possível observar, entre os principais resultados, que o estágio da rentabilidade apresentou escores de ETG melhores em comparação ao estágio da geração de valor de mercado. No primeiro estágio, retornos constantes de escala ocorreram com mais frequência, enquanto no segundo a maioria das organizações operava sob retornos decrescentes de escala. Na classificação das organizações em grupos de acordo com seus escores de eficiência, o maior grupo foi o da alta rentabilidade/baixa valorização. Os determinantes de desempenho entre as variáveis analisadas foram o LAIR e o Valor de Mercado. Por fim, a organização Eztec foi a líder do *ranking* de eficiência relativa construído com base nos resultados do desempenho global. As eficiências calculadas individualmente e a relação entre as duas fornecem informações que possibilitam aos gerentes o estabelecimento de prioridades e auxiliam na busca por melhorias para as dimensões analisadas.

Palavras-chave: Construção Civil. Medição de desempenho. Gestão. DEA em dois estágios.

1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção (IC) representa uma parcela importante da economia brasileira. Por cinco anos seguidos, de 2009 a 2013, o Valor Adicionado Bruto a preço básico (VABpb) da Construção Civil apresentou uma taxa real de crescimento superior ao Produto Interno Bruto a preços de mercado (PIBpm) total do país ao final do quarto trimestre de cada ano. Em 2014, a IC tinha participação de 8,7% no total de Pessoal Ocupado no Brasil, com 9,1 milhões de pessoas (CBIC, 2019a). Porém, vários setores da economia foram fortemente afetados pela instabilidade econômica pela qual o Brasil tem passado desde meados de 2014, e a Construção Civil, pela sua representatividade, não ficou atrás. Embora tenha apresentado os primeiros sinais de recuperação em 2019, a IC passou por 20 trimestres consecutivos de queda, desde o segundo trimestre de 2014 até o primeiro de 2019.

Para Eckert, Pioner, & Mecca (2018), em períodos de recessão econômica ou não, é necessária a tomada de decisões assertivas para que haja a melhoria dos resultados e, para isso, informações econômicas e financeiras são fundamentais. No entanto, a revisão na literatura sobre indicadores de desempenho para a IC revela que medidas convencionais de tempo, custo e qualidade ainda são predominantes na medição de desempenho dos projetos de construção (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001; Deng & Smyth, 2013), e que a literatura existente em mensuração e avaliação de desempenho na indústria de construção a nível de organização ainda é limitada, se comparada ao estudos a nível de projeto (Lin & Shen, 2007).

Assim, tendo em vista a relevância da análise do desempenho sob o ponto de vista econômico-financeiro e a necessidade de estudos organizacionais em setores de grande representatividade como a IC, a presente pesquisa se norteia pela seguinte questão: qual o desempenho financeiro das organizações da Construção Civil listadas na B3, no ano de 2018?

No que diz respeito à medição de desempenho, uma abordagem que tem sido utilizada em estudos recentes é a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*) em dois estágios. A DEA em dois estágios é uma espécie de *network* DEA que busca mensurar o desempenho de um sistema de produção com uma estrutura dividida em dois estágios, ou dois subprocessos dentro de um processo. Nessa estrutura, ou processo, a principal exigência do modelo é que todos os *outputs* do primeiro subprocesso sejam medidas intermediárias que constituam os *inputs* do segundo subprocesso (Kao & Hwang, 2008; Du, Liang, Chen, Cook & Zhu, 2011; Tsolas, 2011; 2013; Hu & Liu, 2016; 2018).

O modelo em dois estágios, então, além de fornecer medidas globais de eficiência para o processo como um todo, produz também medidas de eficiência individuais para cada um dos estágios do processo (Du *et al.*, 2011). Para Hu e Liu (2018), essa abordagem poderia ser aplicada para quantificar o desempenho global, além de identificar componentes de ineficiência interna e detectar vantagens competitivas para um sistema de produção complexo, constituindo uma alternativa considerável para a medição de desempenho na Construção Civil.

Assim, o principal objetivo do estudo é avaliar o desempenho de organizações da Construção Civil listadas na B3, no segmento de Incorporações, por meio de duas dimensões: (i) eficiência da rentabilidade e (ii) eficiência na geração de valor de mercado, com o uso de um modelo DEA em dois estágios. Este estudo utiliza o modelo de Tsolas (2013), e os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos: (i) analisar as eficiências técnicas gerais, as eficiências técnicas puras, as eficiências de escala, os padrões de retorno de escala e os *benchmarks* para as organizações na dimensão da rentabilidade; (ii) analisar as eficiências técnicas gerais, as eficiências técnicas puras, as eficiências de escala, os padrões de retorno de escala e os *benchmarks* para as organizações na dimensão da geração de valor de mercado; (iii) classificar as organizações da amostra em categorias envolvendo os dois estágios analisados anteriormente; (iv) identificar quais, entre as variáveis utilizadas, seriam os fatores determinantes do desempenho nas duas dimensões; e (v) propor o cálculo do desempenho

global e elaborar um *ranking* de eficiência relativa com base nos resultados alcançados nas etapas anteriores.

Uma crítica ao estudo de Tsolas (2013) é que o desempenho global não foi analisado (Hu & Liu, 2016; 2018). Este trabalho introduz uma inovação com relação ao estudo de Tsolas (2013), ao propor o cálculo do desempenho global para o modelo utilizado. Com isso, pretende-se fazer uso de um dos principais benefícios da DEA em dois estágios, ou seja, obter informações tanto sobre os estágios individuais do processo, quanto sobre o processo como um todo.

Além disso, até o momento da realização desta pesquisa, não foram encontrados pelas autoras estudos publicados que apliquem o modelo DEA em dois estágios na indústria da construção no Brasil. Portanto, espera-se que, além de contribuir para a literatura de desempenho organizacional na Construção Civil, este estudo consiga demonstrar a aplicação do modelo DEA em dois estágios para obter informações úteis a respeito da eficiência da rentabilidade e do processo de geração de valor de mercado na indústria de construção brasileira.

Esta pesquisa está estruturada em cinco seções, incluindo esta introdução. As seções que seguem são: a revisão da literatura, seguida da apresentação dos procedimentos metodológicos utilizados pela pesquisa, da análise e discussão dos resultados, e, por fim, as considerações finais e referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Indústria da Construção no Brasil

A IC desempenha um papel importante na economia do Brasil, tendo relação direta com o desenvolvimento e capacidade de produção do país (Firjan, 2014). No relatório do Sistema Firjan, de 2014, é dito que “o ciclo de investimento depende pronunciadamente dos investimentos em construção” (p. 27), uma vez que, em um país com características como as do Brasil, onde há limitações na infraestrutura e grande demanda habitacional, a formação bruta de capital fixo da Construção Civil constitui parte essencial do investimento da economia.

A partir de 2009, o setor apresentou taxas reais de crescimento superiores às do PIB por cinco anos consecutivos, e continuou acumulando crescimentos até 2014, considerado o ano de início da atual crise econômica no Brasil. Após 20 trimestres consecutivos de queda, o setor voltou a reagir, apresentando taxa de crescimento de 1,9% no segundo trimestre de 2019, segundo o banco de dados da CBIC (2019a). Atualmente, as expectativas da IC são de retomada. De acordo com estudo do FGV/IBRE (2019), há um aumento da confiança dos empresários da Construção Civil para o segundo semestre do ano, uma melhoria acarretada sobretudo pela iminência de aprovação da reforma da Previdência e retomada das obras do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

Dentre as três divisões da construção, ou seja, construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados para a construção (segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0), a divisão de construção de edifícios é a que conta com as menores expectativas dos empresários na comparação interanual (FGV/IBRE, 2019). O segmento apresenta a menor elevação do Índice de Confiança da Construção (ICST), com 1,4 pontos, enquanto obras de infraestrutura e serviços especializados contam com 5,7 e 5,6 pontos, respectivamente (FGV/IBRE, 2019).

A divisão de construção de edifícios representava aproximadamente 48% do total de estabelecimentos da Construção Civil no Brasil em 2018 (CBIC, 2019b). Essa divisão compreende dois grupos, sendo eles a construção de edifícios e a incorporação de empreendimentos imobiliários. O presente trabalho tem como foco o último grupo, incorporação de empreendimentos imobiliários, o qual, segundo o CNAE, consiste na

realização de empreendimentos imobiliários, sejam eles residenciais ou não, provendo recursos financeiros, técnicos e materiais para a execução e posterior venda destes.

2.2 A medição de desempenho na IC

A Construção Civil é uma indústria orientada por projetos (Veshosky, 1998; Wegelius-Lehtonen, 2001; Lin & Shen, 2007; Ozorhon, 2013). Embora todos eles envolvam um conjunto similar de estágios, cada projeto pode ser visto como um protótipo, no sentido em que os designs são únicos para cada locação e as equipes são temporárias, unidas pela duração de um determinado projeto (Wegelius-Lehtonen, 2001; Ozorhon, 2013). Lin e Shen (2007), através de um mapeamento dos principais estudos sobre a medição de desempenho na construção, chegaram à conclusão de que o número de publicações medindo o desempenho do projeto era consideravelmente maior que o de publicações focando no nível organizacional, o que os autores atribuíram à natureza baseada em projetos da IC.

A incerteza e a individualidade dos projetos são características inerentes à indústria, resultando em um amontoado de variáveis imprevisíveis (Rathore, 2016). A orientação da indústria para o nível operacional e a própria natureza única dos projetos individuais seriam inclusive alguns dos fatores responsáveis por dificultar a aplicação de inovações nesse nível (Veshosky, 1998). Essa mesma natureza única contribui para que seja difícil desenvolver um *framework* geral para medir o desempenho de vários projetos (Lin & Shen, 2007; Rathore, 2016). Além disso, tal *framework* poderia ser avaliado de maneira diferente de acordo com o ponto de vista de cada participante do projeto – como cliente, *designer* ou contratante, por exemplo –, uma vez que a percepção de sucesso do projeto varia de pessoa para pessoa, e os critérios para o sucesso variam de acordo com o próprio projeto (Lin & Shen, 2007; Zayed, Elwakil, & Ammar, 2012).

El-Mashaleh, Minchin e O'Brien (2007), citando El-Mashaleh (2003), mencionam a especificidade voltada para projetos dos modelos de *benchmarking* existentes na indústria. Considera-se que esses modelos possuem uma visão limitada, que comunica o desempenho de uma única métrica (como custo, cronograma, segurança, entre outros) para um projeto específico, sem fornecer *insights* úteis para o desempenho geral da organização.

No que diz respeito ao desempenho organizacional, Campos (2017) argumenta em sua fundamentação teórica que, ainda que a atenção dada às medidas operacionais tenha crescido nas últimas décadas, o desempenho financeiro constitui uma consideração importante em níveis hierárquicos, devido a sua utilidade como instrumento de gestão e como mecanismo de motivação e controle para auxiliar as organizações no alcance de seus objetivos.

Além disso, a análise do desempenho organizacional é um importante instrumento preditivo para a sobrevivência desta. Kangari, Farid e Elgharib (1992), ao avaliar o desempenho financeiro de companhias de construção utilizando indicadores de rentabilidade, liquidez e endividamento, destacam a necessidade de estudos organizacionais para investigar o alto nível de falência na IC e, citando Gupta (1983), concordam que uma das principais causas por trás desse fenômeno seria o conhecimento inadequado dos gerentes da construção no que diz respeito à gestão financeira.

Deng e Smyth (2014) analisaram os dados financeiros das maiores companhias de construção do Reino Unido, e chegaram à conclusão de que medidas de rentabilidade são mais representativas do desempenho organizacional que medidas relacionadas a empregados e ao crescimento. No entanto, os autores deixam claro que, embora as medidas de rentabilidade tenham uma maior confiabilidade de consistência interna do que as medidas relacionadas a empregados e crescimento ao representar o desempenho geral das organizações de construção, uma seleção mais ampla de medidas de desempenho possibilita uma avaliação mais abrangente e melhor auxilia as atividades gerenciais.

Deng e Smyth (2013) dizem que “a diversidade de indicadores de desempenho na indústria de construção mostra que o desempenho possui diversos aspectos” (p. 9). Porém, para os autores, mesmo técnicas de medição de desempenho que utilizam diferentes indicadores podem ser inconsistentes, vindo a debilitar a interpretação dos resultados, bem como o acúmulo de conhecimento que não será utilizado, o que faz com que o desempenho de organizações seja “pobrememente compreendido e medido” (p. 9).

Nesse sentido, os autores recomendam, adicionalmente, o uso de outros métodos não-paramétricos de medição a nível de organização, como DEA. Tendo em vista que se trata de um método envolvendo múltiplos *inputs* e *outputs*, a DEA constitui uma alternativa para lidar com os problemas de comparabilidade e multidimensionalidade do desempenho organizacional na construção (Deng & Smyth, 2014).

2.3 A DEA em dois estágios e sua aplicação na IC

Embora a literatura em medição de desempenho relate aplicações bem-sucedidas da DEA na construção (Horta, Camanho, & Costa, 2010), ainda haveria aspectos a serem aprimorados. Para Hu e Liu (2016), um desses aspectos seria o fato de que a maioria dos estudos anteriores considerava uma estrutura de produção contendo apenas um estágio por meio da DEA, o que os impedia de investigar o desempenho interno do processo de construção.

Para Du *et al.* (2011), a DEA convencional – ou a “DEA de um estágio”, para Hu e Liu (2016) – ignora as estruturas internas das DMUs e trata as unidades como “caixas-pretas”. Dessa forma, recentemente, pesquisadores têm investigado estruturas ou processos em dois estágios, onde os *outputs* do primeiro estágio são também os *inputs* para o segundo estágio, sendo referidos como “medidas intermediárias” (Cook, Liang, & Zhu, 2010, p. 423).

Um exemplo de estudo utilizando essa abordagem é o de Seiford e Zhu (1999), que examina o desempenho dos 55 maiores bancos comerciais dos Estados Unidos através de um processo de produção em dois estágios que separa rentabilidade e negociabilidade. O primeiro estágio mensura a rentabilidade, ou seja, a habilidade do banco de gerar receita e lucro (*outputs*) com sua mão-de-obra, ativo e capital social atuais (*inputs*). Então, esses mesmos *outputs* do primeiro estágio são utilizados como *inputs* do segundo estágio, que mensura a negociabilidade: a receita e o lucro são vistos como os fatores intermediários para que o sistema forneça os *outputs* valor de mercado, retorno total sobre investimento e ganhos por ação.

Nesse estudo, a decomposição do processo de produção ajuda a identificar áreas para melhoria no desempenho bancário em ambas as etapas. Zhu (2000) empregou o mesmo processo de transformação em dois estágios para avaliar o desempenho financeiro das companhias da *Fortune 500*. Segundo Cook *et al.* (2010), modelos como o utilizado por Seiford e Zhu (1999) se enquadrariam na abordagem padrão à DEA em dois estágios.

Os modelos em DEA que fazem conexão entre os processos, fornecendo um único modelo para avaliar a produção em mais de uma etapa (*e.g.*: por meio da utilização de produtos intermediários), são geralmente chamados de *network* DEA (Färe & Grosskopf, 2000; Cook *et al.*, 2010; Du *et al.*, 2011; Kao, 2014). Embora o modelo não tenha ainda tradução definida para o português brasileiro, depreende-se a ideia de trabalho em “rede”, ou em “cadeia”. Kao (2014), em sua revisão dos estudos em *network* DEA, defende que a divisão de um grande processo em subprocessos mais detalhados ajuda a identificar o impacto real dos fatores utilizados como *inputs*, fazendo com que os resultados sejam mais específicos e informativos que aqueles fornecidos pela abordagem convencional de “caixa-preta”.

No domínio da construção, Hu & Liu (2016, 2018) utilizaram um modelo relacional da DEA em dois estágios (como proposto por Kao e Hwang (2008)) para avaliar, simultaneamente, o desempenho da construção, a eficiência e a efetividade. O primeiro estudo foi aplicado na indústria de construção australiana, e adota uma perspectiva financeira, avaliando o

desempenho da rentabilidade. O mais recente adota uma perspectiva mais global (com o uso de indicadores financeiros e não-financeiros) para a indústria chinesa.

A abordagem padrão à DEA em dois estágios foi aplicada para investigar o desempenho financeiro de organizações de construção por Tsolas (2011, 2013). Tsolas (2011) decompôs o sistema de produção da construção em dois estágios, eficiência da rentabilidade e efetividade, e analisou os dados dos relatórios financeiros de organizações listadas na bolsa de Atenas por meio dessas duas dimensões. Porém, para Cook *et al.* (2010), essa abordagem não aborda os potenciais conflitos que podem surgir das medidas intermediárias, como, por exemplo, ter que reduzir essas medidas para atingir o status eficiente. Tal ação reduziria os *outputs* do primeiro estágio, consequentemente reduzindo a eficiência do mesmo.

Para ultrapassar essa dificuldade, Tsolas (2013) utilizou o que Chiou, Lan, & Yen (2010) categorizam como “*separate two stage DEA*”, ou STDEA, onde um modelo orientado por *input* foi utilizado no primeiro estágio e um modelo orientado por *output* foi utilizado no segundo estágio para mensurar a eficiência da rentabilidade e o desempenho no mercado de ações (mais especificamente, o processo de geração de valor de mercado), respectivamente. Tsolas (2013) aplica esse modelo para medir o desempenho financeiro de 19 companhias listadas na bolsa ateniense, e o presente trabalho pretende aplicar esse mesmo modelo para companhias abertas brasileiras.

A STDEA também foi utilizada pelo estudo de Keh, Chu, & Xu (2006) que, para mensurar a eficiência, efetividade e produtividade do *marketing* em serviços, elaboraram um esquema triangular para calcular o desempenho global e os dois estágios individuais. É comum que, na DEA em dois estágios, o desempenho global seja calculado utilizando-se o(s) *input(s)* do primeiro estágio e o(s) *output(s)* do segundo. Isso foi feito, por exemplo, por Keh *et al.* (2006), utilizando a STDEA, e também por Zhu (2000), que adotou a abordagem padrão.

No estudo de Tsolas (2013), o desempenho global não foi analisado, fato criticado por Hu e Liu (2016; 2018). Portanto, um dos objetivos específicos deste trabalho é propor uma análise do desempenho global para o modelo utilizado por Tsolas (2013), com base no que foi colhido da literatura que envolve a DEA em dois estágios.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Pesquisa

O presente estudo se caracteriza como descritivo, quanto aos objetivos, e documental e bibliográfico quanto aos procedimentos utilizados. Quanto à abordagem, o estudo caracteriza-se como quali-quantitativo. A abordagem quantitativa compreende desde a coleta de dados até a identificação dos *benchmarks* por meio do modelo DEA, bem como a representação gráfica dos resultados. Já a abordagem qualitativa é empregada na análise dos determinantes de desempenho em ambas as dimensões estudadas, rentabilidade e geração de valor de mercado, e na análise dos padrões de rendimento de escala.

3.2 Escolha do modelo DEA e variáveis utilizadas

Esta pesquisa aplica DEA para analisar a eficiência da rentabilidade e da geração de valor de mercado de 18 organizações de capital aberto da construção brasileira. A DEA pode ser aplicada tomando-se como pressuposto ou retornos constantes de escala (RCE), ou retornos variáveis de escala (RVE). O modelo original, desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e conhecido como CCR, assume que há RCE. Já o modelo de Banker, Charnes e Cooper (1984), conhecido como BCC, pressupõe RVE. A suposição de RVE faz com que a eficiência técnica geral (ETG) possa ser dividida em dois componentes: eficiência técnica pura (ETP) e eficiência de escala (EE) (Banker *et al.*, 1984). As eficiências técnicas gerais deste estudo são aquelas obtidas por meio do modelo CCR, e que têm como pressuposto RCE. As eficiências

técnicas puras são obtidas a partir do modelo BCC, assumindo-se RVE. A eficiência de escala é a razão entre as duas eficiências e pode ser representada por meio da seguinte fórmula, obtida a partir de Coelli (1996):

$$EE = \frac{\theta_{RCE}}{\theta_{RVE}}$$

A ineficiência de escala pode tomar a forma tanto de retornos crescentes de escala quanto de retornos decrescentes de escala (aqui chamados pelas siglas em inglês IRS e DRS, respectivamente, para evitar equívocos relacionados a outras siglas já utilizadas no estudo), com retornos constantes representando eficiência (Färe & Grosskopf, 1985).

O presente estudo utiliza tanto a tecnologia RCE quanto a RVE por meio dos modelos CCR e BCC, respectivamente, para calcular os componentes da eficiência técnica geral e verificar os padrões de retornos de escala. O CCR foi utilizado nos objetivos específicos que analisam as eficiências da rentabilidade (i), da geração de valor de mercado (ii) e do desempenho global (v), para obtenção dos escores de ETG e subsequente cálculo dos escores de EE. Os objetivos (iii) e (iv), que envolvem a classificação das organizações e os fatores determinantes do desempenho, respectivamente, foram analisados com base nos escores de ETP, em conformidade com o modelo de Tsolas (2013).

O modelo em dois estágios é aplicado conforme Tsolas (2013): o primeiro estágio – eficiência da rentabilidade – utiliza BCC com orientação *input*; o segundo estágio – eficiência da geração de valor de mercado – utiliza o BCC com orientação *output*. No entanto, para alcançar o quinto objetivo específico deste trabalho, o desempenho global também foi calculado, utilizando-se os *inputs* do primeiro estágio e o *output* do segundo, como feito por estudos como o de Zhu (2000), para a abordagem padrão da DEA em dois estágios, e o de Keh *et al.* (2006), que utiliza a STDEA (mesma abordagem utilizada por este trabalho). A orientação *output* justifica-se pelo fato de Valor de Mercado ser a única variável como *output*, possibilitando uma análise mais pontual dos resultados. O BCC com orientação *output* também foi utilizado para o cálculo do desempenho global por Keh *et al.* (2006). A estrutura e as variáveis do modelo final utilizado estão representadas na Figura 1.

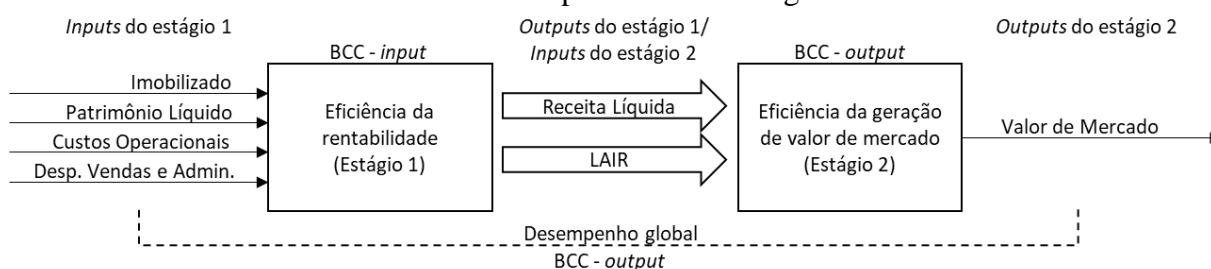


Figura 1. Estrutura e variáveis do modelo DEA em dois estágios utilizado.

Nota. Elaborada pelas autoras com base no estudo “Modeling Profitability and Stock Market Performance of Listed Construction Firms on the Athens Exchange: Two-Stage DEA Approach”, de I. E. Tsolas, 2013, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139, e nos dados do presente trabalho.

Para ambos os estágios, foram utilizadas as variáveis de Tsolas (2013) para os *inputs* e *outputs*, ou seja, os *inputs* do primeiro estágio foram o imobilizado (IMOB), o patrimônio líquido (PL), os custos operacionais totais (COT) e as despesas de venda e administrativas (DVA); os *outputs* do primeiro estágio e *inputs* do segundo estágio foram a receita total (RT) e o lucro antes dos impostos (LAIR); e o *output* do segundo estágio foi o valor de mercado (VM). No presente trabalho optou-se por considerar como Custos Operacionais Totais todos os gastos incorridos antes do lucro operacional (com exceção de despesas de venda e administrativas), sem fazer distinção entre custo e despesa, e considerando que os salários, despesas com executivos e vendedores, e publicidade, já estão inseridos nos custos de vendas e

administrativos, o que está de acordo com as terminologias de Garrison, Noreen & Brewer (2013).

Com o objetivo de assegurar a validade do modelo, dois testes de correlação foram conduzidos, um para cada estágio. Os resultados, apresentados nas Tabelas 1 e 2, demonstraram intercorrelações positivas entre os *inputs* e *outputs* de ambos os estágios, justificando a utilização das variáveis no modelo (Mostafa, 2009; Mogha, Yadav, & Singh, 2016).

Tabela 1

Resultados do teste de correlação para o primeiro estágio

	<i>IMOB</i>	<i>PL</i>	<i>COT</i>	<i>DVA</i>	<i>RT</i>	<i>LAIR</i>
IMOB	1					
PL	0,48584	1				
COT	0,91455	0,38799	1			
DVA	0,97328	0,49083	0,92876	1		
RT	0,95608	0,43157	0,98799	0,96050	1	
LAIR	0,63522	0,72429	0,47367	0,54209	0,55468	1

Nota. IMOB = Imobilizado; PL = Patrimônio Líquido; COT = Custos Operacionais Totais; DVA = Despesas de Venda e Admin.; RT = Receita Total; LAIR = Lucro antes dos impostos.

Tabela 2

Resultados do teste de correlação para o segundo estágio

	<i>RT</i>	<i>LAIR</i>	<i>VM</i>
RT	1		
LAIR	0,667816703	1	
VM	0,673985252	0,669301	1

Nota. RT = Receita Total; LAIR = Lucro antes dos impostos; VM = Valor de mercado.

3.3 Seleção da amostra

A população do estudo são todas as organizações listadas na B3 do subsetor de Construção Civil, no segmento de Incorporações, no ano de 2018 (dezenove organizações, ao todo). O critério inicial para exclusão de organizações na amostra foi a disponibilidade de dados. Nesse sentido, a Inter Construtora e Incorporadora S.A. (nome de pregão: INNT) foi excluída da amostra por não possuir os dados necessários disponíveis nas bases utilizadas para coleta, visto que apenas recentemente a organização passara a integrar a listagem do Bovespa Mais. A amostra final foi composta por 18 organizações, listadas na Tabela 3.

Tabela 3

Organizações que compõem a amostra do estudo

Unidade	Razão Social	Nome de Pregão	Código	Segmento Bovespa
DMU1	Construtora Adolpho Lindenberg S.A.	CONST A LIND	CALI	-
DMU2	CR2 Empreendimentos Imobiliários S.A.	CR2	CRDE	NM
DMU3	Cyrela Brazil Realty S.A. Empreend. e Part.	CYRELA REALT	CYRE	NM
DMU4	Direcional Engenharia S.A.	DIRECIONAL	DIRR	NM
DMU5	Even Construtora e Incorporadora S.A.	EVEN	EVEN	NM
DMU6	Ez Tec Empreend. e Participações S.A.	EZTEC	EZTC	NM
DMU7	Gafisa S.A.	GAFISA	GFSA	NM
DMU8	Helbor Empreendimentos S.A.	HELBOR	HBOR	NM
DMU9	JHSF Participações S.A.	JHSF PART	JHSF	NM
DMU10	João Fortes Engenharia S.A.	JOAO FORTES	JFEN	-
DMU11	MRV Engenharia e Participações S.A.	MRV	MRVE	NM
DMU12	PDG Realty S.A. Empreend. e Participações	PDG REALT	PDGR	NM
DMU13	RNI Negócios Imobiliários S.A.	RNI	RDNI	NM

Tabela 3 (continuação)

DMU14	Rossi Residencial S.A.	ROSSI RESID	RSID	NM
DMU15	Tecnisa S.A.	TECNISA	TCSA	NM
DMU16	Construtora Tenda S.A.	TENDA	TEND	NM
DMU17	Trisul S.A.	TRISUL	TRIS	NM
DMU18	Viver Incorporadora e Construtora S.A.	VIVER	VIVR	NM

3.4 Coleta e tratamento de dados

A coleta de dados foi feita por meio da base Economatica® e do portal da B3 durante o mês de agosto de 2019. Foram utilizados os dados pertencentes às demonstrações financeiras não consolidadas do ano de 2018, e todos os valores foram ajustados pelo Índice Nacional de Custo da Construção (INCC - FGV). Todos os dados obtidos foram, então, exportados e organizados em planilhas no *software* Microsoft Excel 365, onde foram realizados o tratamento dos dados e as análises de correlação (seção 3.2). Posteriormente, a representação gráfica dos resultados também foi feita com o auxílio do *software*. Os modelos CCR e BCC utilizaram as variáveis e as orientações destacadas na seção 3.2 e foram executados por meio do *software* SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão, versão 3.0, desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense (UFF).

Uma das exigências do modelo DEA é que todas as variáveis precisam apresentar valores positivos. No entanto, é comum que valores negativos ocorram quando se trabalha com variáveis financeiras (Pilateris & McCabe, 2003). Para lidar com essas ocorrências, foi seguido o método utilizado por Guerra (2011) para a padronização dos valores das variáveis. Resumidamente, foram efetuados os seguintes passos: (i) deslocou-se o eixo das abscissas para as variáveis que apresentam valores negativos (somando-se cada valor da variável ao valor mínimo encontrado nesta, acrescido de 1); (ii) multiplicou-se os valores por 1000; e (iii) aplicou-se a transformação logarítmica.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise das eficiências do primeiro estágio: rentabilidade

Os valores de ETG indicam que as organizações com escore de eficiência igual a 1 estão na fronteira de eficiência quando se assumem retornos constantes de escala. As organizações com escores de eficiência menores que 1 são consideradas ineficientes em relação às organizações que se encontram na fronteira de eficiência. O primeiro estágio foi calculado com orientação *input* tanto com o modelo CCR quanto com o BCC, o que fornece informações sobre qual seria a redução proporcional dos *inputs* necessária para que uma DMU ineficiente se torne eficiente, mantendo os mesmos níveis dos *outputs* (Mostafa, 2009).

Os resultados em ETG mostram que metade das organizações foi eficiente ($\theta_{RCE} = 1$), enquanto a outra metade foi ineficiente ($\theta_{RCE} < 1$). As organizações que compõem a fronteira de eficiência técnica geral são DMU1, DMU2, DMU5, DMU7, DMU9, DMU11, DMU12, DMU13 e DMU16, constituindo o conjunto de referências (*benchmarks*) para o restante. A média da ETG para as organizações da amostra foi de 0,987 (98,7%), o que significa que, em média, elas teriam que reduzir seus *inputs* em 1,3% para se tornarem eficientes, sem alteração dos níveis de *output* existentes. Mais da metade da amostra ficou acima da média (10 organizações). A DMU com o menor escore, ou maior ineficiência técnica geral, foi a DMU14, que precisaria reduzir seus *inputs* em 5,7% para ser considerada eficiente.

Já os valores de ETP mensuram quão eficientemente os *inputs* são convertidos em *outputs* considerando um dado tamanho de escala. O modelo BCC, portanto, foi aplicado com o objetivo de analisar se a ineficiência em uma certa organização está sendo devido a operações

produtivas ineficientes ou por condições não favoráveis relacionadas ao tamanho da organização. A Tabela 4 mostra os valores de ETG, ETP, calculados, respectivamente, pelo CCR e BCC com orientação *input*, e EE, calculados pela razão entre os dois primeiros.

Tabela 4

Escores de eficiência técnica geral, eficiência técnica pura e eficiência de escala para o estágio da rentabilidade

Unidade	Código	ETG-1	ETP-1	EE-1	Retorno de escala-1
DMU1	CALI	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU2	CRDE	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU3	CYRE	0,96165	0,96167	0,99997	DRS
DMU4	DIRR	0,98484	0,98491	0,99992	DRS
DMU5	EVEN	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU6	EZTC	0,98200	0,98429	0,99767	DRS
DMU7	GFSA	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU8	HBOR	0,97175	0,97335	0,99835	IRS
DMU9	JHSF	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU10	JFEN	0,97147	0,99788	0,97353	IRS
DMU11	MRVE	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU12	PDGR	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU13	RDNI	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU14	RSID	0,94322	0,95793	0,98464	IRS
DMU15	TCSA	0,97223	0,97303	0,99917	DRS
DMU16	TEND	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU17	TRIS	0,99869	0,99930	0,99939	DRS
DMU18	VIVR	0,98667	0,98736	0,99930	DRS
Média		0,98736	0,98999	0,99733	

Nota. Os espaços nulos na coluna "Retorno de escala-1" significam retornos constantes de escala. DRS = *decreasing returns to scale*; IRS = *increasing returns to scale*.

A ETP é sempre igual ou maior que o ETG, o que faz com que o número de organizações na fronteira de eficiência do modelo BCC seja sempre igual ou maior que o do modelo CCR (Agarwal, Yadav, & Singh, 2010). Destaca-se que, quando a ETG é igual a 1 (eficiente), a ETP e a EE também são iguais a 1. Se tanto a ETP quanto a EE forem iguais a 1, significa que o tamanho da organização é apropriado, ou seja, não é nem grande demais nem pequeno demais. Porém, se a ETP exceder a ETG, de forma que a EE seja menor que 1, o tamanho da organização pode ser ou grande demais ou pequeno demais para atingir eficiência nas operações, e esta se encontra em um estado de DRS ou IRS, respectivamente (Jiang & He, 2018).

Nesse caso, a quantidade de organizações na fronteira de eficiência do modelo BCC foi igual a do CCR (50% da amostra). A média de ETP foi 0,990, com 11 organizações (61,1%) da amostra acima da média e 7 abaixo (38,9%). Os resultados mostram que, em média, para que uma organização atingisse eficiência técnica pura, seria necessário reduzir seus *inputs* em 1% sem alteração dos *outputs*, para uma dada escala de operação.

A eficiência de escala mede o impacto do tamanho de escala na eficiência de uma DMU, ou seja, a comparação entre as eficiências dos modelos CCR e BCC ajudam a avaliar se o tamanho da organização tem influência em sua ETG. Para as organizações que apresentam eficiência de escala (DMU1, DMU2, DMU5, DMU7, DMU9, DMU11, DMU12, DMU13 e DMU16), considera-se que estão operando sob uma escala ótima. As outras nove DMUs

apresentam ineficiência de escala, e apenas duas se encontram abaixo da média (DMU10 e DMU 14). Dentre as nove organizações ineficientes, três operam em IRS e seis em DRS.

Segundo Banker (1984), para maximizar a produtividade média, deve-se aumentar o tamanho de escala se retornos crescentes prevalecerem, e diminuir o tamanho se retornos decrescentes prevalecerem. Ou seja, os casos de ineficiência de escala, sejam eles causados por IRS ou DRS, indicam oportunidades para medidas como, por exemplo, consolidação de operações, no caso de IRS, ou *downsizing*, em caso de DRS (Tsolas, 2013).

4.2 Análise das eficiências do segundo estágio: geração de valor de mercado

No segundo estágio, as eficiências foram calculadas, tanto no modelo CCR quanto BCC, utilizando a orientação *output*. Portanto, essa análise fornece informações sobre em quanto uma organização ineficiente teria que aumentar seus *outputs*, mantendo os mesmos níveis de *input*, para ser considerada eficiente (Mostafa, 2009). A Tabela 5 apresenta os escores de eficiência técnica geral para o segundo estágio, bem como os escores de ETP e de EE.

Tabela 5

Escores de eficiência técnica geral, eficiência técnica pura e eficiência de escala para o estágio da geração de valor de mercado

Unidade	Código	ETG-2	ETP-2	EE-2	Retornos de escala-2
DMU1	CALI	0,57141	0,76751	0,74450	DRS
DMU2	CRDE	0,80651	0,82138	0,98190	IRS
DMU3	CYRE	0,69916	1,00000	0,69916	DRS
DMU4	DIRR	0,61660	0,92610	0,66581	DRS
DMU5	EVEN	0,63022	0,93406	0,67471	DRS
DMU6	EZTC	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU7	GFSA	0,58533	0,91205	0,64177	DRS
DMU8	HBOR	0,63983	0,90999	0,70312	DRS
DMU9	JHSF	0,93410	0,93727	0,99662	DRS
DMU10	JFEN	0,61985	0,88339	0,70167	DRS
DMU11	MRVE	0,60631	0,99620	0,60862	DRS
DMU12	PDGR	1,00000	1,00000	1,00000	-
DMU13	RJNI	0,58141	0,85775	0,67784	DRS
DMU14	RSID	0,58368	0,82858	0,70444	DRS
DMU15	TCSA	0,92606	1,00000	0,92606	IRS
DMU16	TEND	0,60281	0,94113	0,64052	DRS
DMU17	TRIS	0,65103	0,90117	0,72243	DRS
DMU18	VIVR	0,64857	0,85870	0,75529	DRS
Média		0,70572	0,91529	0,76914	

Nota. Os espaços nulos na coluna "Retorno de escala-2" significam retornos constantes de escala. DRS = *decreasing returns to scale*; IRS = *increasing returns to scale*.

Apenas duas organizações compõem a fronteira de eficiência técnica geral: a DMU6 (EZTC) e a DMU12 (PDGR), ou seja, apenas 11,1% da amostra foram consideradas eficientes. Isso corrobora os resultados de Zhu (2000) que, aplicando a DEA em dois estágios para as organizações da *Fortune 500*, observou que a maioria das indústrias apresentaram melhores eficiências técnicas gerais em rentabilidade do que em desempenho no mercado de ações. Na IC ateniense, Tsolas (2013) também obteve escores menores de ETG para o segundo estágio.

A média da ETG para o segundo estágio foi de 0,706, o que significa que, em média, uma organização teria que aumentar seus *outputs* em 29,4% para se tornar eficiente, mantendo

os mesmos níveis de *input*. Dentre as 16 organizações ineficientes, apenas 3 ficaram acima da média (DMU2, DMU9 e DMU15). A organização que apresentou a maior ineficiência técnica geral no estágio da geração de valor de mercado foi a DMU1, que precisaria aumentar seus *outputs* em 42% para alcançar eficiência.

O número de organizações na fronteira de eficiência técnica pura foi maior do que a geral no segundo estágio: além da DMU6 e da DMU12, integraram a fronteira a DMU3 e a DMU15. As 14 organizações restantes foram consideradas ineficientes quando se assume RVE, representando 77,8% da amostra. A média da ETP no segundo estágio foi de 0,915, menor que a do primeiro estágio (0,990). No estudo de Tsolas (2013), também foi encontrada uma média de ETP menor para o estágio da rentabilidade do que para o da geração de valor de mercado. Tendo em vista a média de 0,915, organizações ineficientes teriam que ter *output* 8,47% maior para fazerem parte da fronteira, mantendo-se os mesmos valores de *input*, dada a escala da operação. Entre as 14 organizações ineficientes, apenas 5 ficaram acima da média.

A DMU3 e a DMU15 foram ineficientes no CCR, mas apresentaram eficiência técnica pura. As DMUs nessa situação têm a capacidade de converter seus *inputs* em *outputs* com eficiência de 100%, mas sofrem impactos relacionados a desvantagens em seu tamanho de escala, o que faz com que apresentem ineficiência técnica geral (Agarwal *et al.*, 2010). Apenas a DMU6 e a DMU12 possuem eficiência de escala ($\theta_{RCE}/\theta_{RVE} = 1$) e retornos constantes de escala, e considera-se que operam no tamanho de escala mais produtivo (*most productive scale size* – MPSS (Banker, 1984)).

Por outro lado, a ineficiência de escala da DMU3 e da DMU15 se deve a DRS e a IRS, respectivamente, o que significa que, para otimizar a produtividade, essas organizações deveriam diminuir o tamanho de escala (em caso de DRS) ou aumentar o tamanho de escala (em caso de IRS). Entre as 16 organizações com ineficiência de escala, apenas 2 apresentaram IRS, enquanto 14 apresentaram DRS. Para Tsolas (2013), as organizações que apresentam retornos constantes de escala ou retornos crescentes de escala são mais atrativas. Isso porque, ou elas já estão operando sob o MPSS, ou há a oportunidade de crescimento para alcançar a eficiência. As organizações operando em DRS são menos atrativas (Tsolas, 2013), pois teriam que reduzir a escala tanto de seus *inputs* quanto de seus *outputs* para operar no MPSS (Mogha *et al.*, 2016).

4.3 Eficiência da rentabilidade e eficiência da geração de valor de mercado

Conforme proposto no terceiro objetivo específico, essa seção busca apresentar as organizações da amostra divididas em categorias envolvendo os dois estágios analisados anteriormente, de acordo com seus desempenhos no BCC (ETP-1 e ETP-2) nas seções 4.1 e 4.2. Para isso, um gráfico de dispersão (Figura 2) que envolve eficiência da rentabilidade e desempenho no mercado de ações foi construído, inspirado no estudo de Tsolas (2013), que por sua vez, segundo o autor, foi inspirado em McKiernan (1992). A eficiência da rentabilidade foi associada à abscissa (eixo x), que corta o gráfico na média da ETP-1, enquanto o desempenho no mercado foi associado à ordenada (eixo y), que corta o gráfico na média da ETP-2.

Dessa forma, quatro grupos foram formados, um para cada quadrante, em conformidade com Tsolas (2013): o primeiro quadrante representa o grupo da alta rentabilidade/alta valorização (canto superior direito); o segundo representa baixa rentabilidade/alta valorização (canto superior esquerdo); o terceiro, o grupo da baixa rentabilidade/baixa valorização (canto inferior esquerdo); e o quarto, alta rentabilidade/baixa valorização (canto inferior direito).

No primeiro grupo, estão classificadas as organizações que apresentaram desempenho acima da média tanto em rentabilidade e quanto em geração de valor de mercado. No segundo, as organizações que ficaram acima da média em termos de geração de valor de mercado, mas abaixo da média em rentabilidade. No terceiro, organizações que apresentaram eficiência abaixo da média em ambas as dimensões. Por fim, no quarto grupo, estão as organizações com

eficiência da rentabilidade acima da média, e eficiência abaixo da média em geração de valor de mercado.

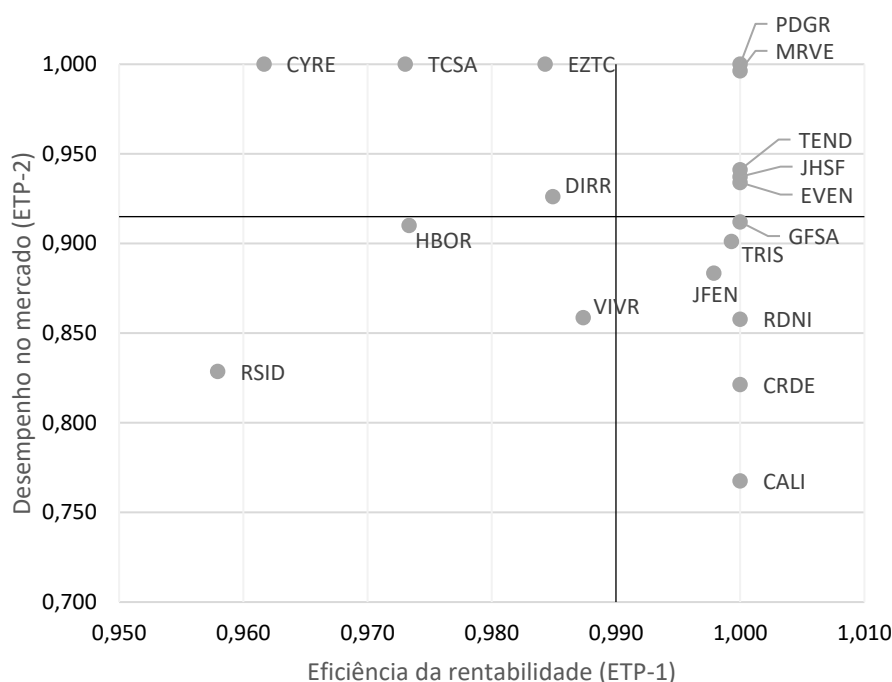


Figura 2. Eficiência da rentabilidade x desempenho no mercado de ações

A distribuição das organizações entre esses grupos pode ser observada na Figura 2. O grupo da alta rentabilidade/alta valorização conta com 5 organizações (27,8% da amostra): PDG Realty, MRV, Tenda, JHSF e Even. Destaca-se nesse grupo a PDG Realty, a única organização da amostra a fazer parte da fronteira de eficiência técnica pura em ambos os estágios.

Quatro organizações (22,2% da amostra) fazem parte do segundo grupo, baixa rentabilidade/alta valorização: Cyrela, Tecnisa, Eztec e Direcional. As três primeiras fazem parte da fronteira de eficiência no estágio da geração de valor de mercado, mas integram esse grupo por terem ficado abaixo da média no estágio da eficiência da rentabilidade.

O terceiro grupo, baixa rentabilidade/baixa valorização de mercado, possui a menor quantidade de integrantes entre os grupos: 3 organizações (Helbor, Rossi Residencial e Viver), o que representa 16,7% da amostra. O grupo com a maior quantidade de organizações (6 organizações, 33,3% da amostra) foi o da alta rentabilidade/baixa valorização, composto por Gafisa, Trisul, João Fortes, RNI, CR2 e Adolpho Lindenberg. Destaque para as organizações Gafisa, RNI, CR2 e Adolpho Lindenberg, que fizeram parte da fronteira de eficiência no estágio da rentabilidade, mas ficaram abaixo da média na geração de valor de mercado.

No estudo de Tsolas (2013), com uma amostra de 19 organizações da indústria da construção ateniense, a maior parte da amostra (42%) ficou no primeiro grupo, alta rentabilidade/alta valorização. Segundo o autor, as organizações desse grupo representariam *benchmarks* a serem igualados pelas outras organizações da amostra. O segundo maior foi o grupo da alta rentabilidade/baixa valorização (32%). Ambos os grupos mencionados foram, respectivamente, o segundo e o primeiro maiores neste estudo. Por fim, o grupo da baixa rentabilidade/alta valorização foi o menor no estudo de Tsolas (2013), composto por uma organização apenas (5% da amostra).

4.4 Determinantes do desempenho

Nesta seção, objetiva-se identificar os fatores determinantes do desempenho em termos de eficiência da rentabilidade e da geração de valor de mercado. Para isso, calcula-se o peso

médio das variáveis (Campos, 2017). Os pesos médios dos *inputs* e *outputs* para os dois estágios no modelo BCC podem ser vistos na Tabela 6.

Tabela 6

Pesos médios das variáveis para as duas dimensões analisadas

	Inputs (estágio 1)				Outputs (estágio 1)/ Inputs (estágio 2)		Output (estágio 2)
	IMOB	PL	COT	DVA	RT	LAIR	VM
Pesos médios no estágio 1	0,00332	0,06427	0,02475	0,01865	0,02817	0,07648	-
Pesos médios no estágio 2	-	-	-	-	0,04924	0,07789	0,11373

Nota. IMOB = Imobilizado; PL = Patrimônio Líquido; COT = Custos Operacionais Totais; DVA = Despesas de Venda e Admin.; RT = Receita Total; LAIR = Lucro antes dos impostos; VM = Valor de mercado.

Como pode ser visto na tabela, o *output* Valor de Mercado obteve o maior peso médio entre as organizações da amostra, com média de aproximadamente 0,114. Isso significa que, visto que a orientação do segundo estágio foi a *output*, quanto maior o Valor de Mercado, mais próxima a organização estaria de alcançar eficiência. A variável Lucro Antes dos Impostos (LAIR) obteve o maior peso médio para o primeiro estágio e o segundo maior no segundo estágio, após a variável Valor de Mercado. Isso corrobora o que Deng e Smyth (2014) afirmam em seu estudo, sobre as medidas de rentabilidade serem as mais poderosas para a representação do desempenho organizacional. O LAIR foi *output* no primeiro estágio, onde apresentou peso de 0,076, e foi *input* no segundo, onde teve peso de 0,078.

4.5 Eficiência global e ranking de eficiência relativa

Nos trabalhos de Hu e Liu (2016; 2018), os autores destacam que, embora Tsolas (2013) tenha conseguido ultrapassar a principal limitação da abordagem padrão à DEA em dois estágios utilizando o STDEA (vide seção 2.3), o desempenho global do sistema não havia sido analisado. O quinto e último objetivo específico deste trabalho propõe uma análise do desempenho global para o modelo de Tsolas (2013). Além disso, com base no desempenho global, foi elaborado um *ranking* de eficiência relativa para as organizações da amostra.

A intenção por trás do proposto é aumentar o número de informações que possam auxiliar no processo de tomada de decisão para investidores e outras partes interessadas. Ou seja, além das informações individuais de cada estágio (ETG, ETP, EE, conjuntos de referências e retornos de escala), que fornecem uma visão mais interna do sistema e apontam qual das duas dimensões consiste em vantagem ou desvantagem para cada organização, busca-se mostrar a visão completa do sistema analisado e apresentar as organizações com os melhores resultados no desempenho global. Dessa forma, foram calculadas as eficiências técnicas geral e pura, e eficiência de escala, com orientação *output*. Os resultados podem ser vistos na Tabela 7.

As organizações que fizeram parte da fronteira de ETG no estágio do desempenho global foram: DMU6 (eficiente no segundo estágio), DMU9 (eficiente no primeiro estágio) e DMU12 (eficiente em ambos os estágios). A fronteira de ETP apresenta, além das três unidades anteriores, DMU1, DMU2 (eficientes no primeiro estágio) e DMU3 (eficiente no segundo estágio). Ou seja, todas as organizações que fizeram parte da fronteira de eficiência em termos de desempenho global já tinham aparecido como referência em pelo menos um dos dois estágios anteriores. Apenas as DMUs 6, 9 e 12 apresentaram eficiência de escala.

Tendo Valor de Mercado como a única variável *output* no cálculo do desempenho global, é possível observar que, em média, uma organização precisaria ter o valor de mercado 6,1% maior para ser considerada eficiente, mantendo os mesmos níveis de *input*, tendo em vista que a média de ETG foi igual a 0,939. Já assumindo retornos variáveis de escala, e tendo em

vista a média de 0,958 da ETP, organizações ineficientes precisariam ter o valor de mercado 4,2% maior para fazerem parte da fronteira, mantendo os mesmos valores de *input*.

Tabela 7

Escores de eficiência técnica geral, eficiência técnica pura e eficiência de escala para o desempenho global

Unidade	Código	ETG-3	ETP-3	EE-3
DMU1	CALI	0,94638	1,00000	0,94638
DMU2	CRDE	0,93171	1,00000	0,93171
DMU3	CYRE	0,98948	1,00000	0,98948
DMU4	DIRR	0,92726	0,93475	0,99198
DMU5	EVEN	0,93202	0,94019	0,99131
DMU6	EZTC	1,00000	1,00000	1,00000
DMU7	GFSA	0,89933	0,91178	0,98635
DMU8	HBOR	0,92321	0,92359	0,99959
DMU9	JHSF	1,00000	1,00000	1,00000
DMU10	JFEN	0,94669	0,97597	0,97001
DMU11	MRVE	0,92051	0,99686	0,92341
DMU12	PDGR	1,00000	1,00000	1,00000
DMU13	RDNI	0,90169	0,91826	0,98195
DMU14	RSID	0,83447	0,83481	0,99959
DMU15	TCSA	0,93043	0,94511	0,98447
DMU16	TEND	0,95427	0,95643	0,99774
DMU17	TRIS	0,93880	0,95343	0,98465
DMU18	VIVR	0,92437	0,95519	0,96773
Média		0,93892	0,95813	0,98035

Com o desempenho global calculado, foram utilizados os valores de eficiência técnica pura, ou seja, assumindo-se retornos variáveis de escala, para elaboração do *ranking* de eficiência relativa. Até o momento, foram utilizados os escores de eficiência da fronteira padrão da DEA, que tem a característica de ser benevolente com as unidades avaliadas, ou seja, o modelo pode considerar apenas as variáveis mais favoráveis para a unidade, fazendo com que esta seja considerada eficiente (Mello, Meza, Gomes, & Neto, 2005). Por conta disso, há empate entre as organizações com $\theta = 1$, como foi visto nas duas primeiras seções dos resultados.

Nesse sentido, foram calculadas também a fronteira invertida e a composta normalizada ("composta*"). A fronteira invertida, conforme explicada por Mello *et al.* (2005), consiste em uma avaliação pessimista das DMUs, sendo composta por aquelas com as piores práticas gerenciais. Isso auxilia no desempate entre as organizações consideradas eficientes na fronteira padrão, pois todas elas passam a ser consideradas ineficientes na fronteira invertida. A composta normalizada, então, identifica a DMU mais eficiente entre as unidades analisadas, tornando possível a criação de um *ranking* de eficiência relativa, conforme proposto no quinto objetivo deste trabalho.

Como pode ser observado na Tabela 8, a Eztec foi a líder do *ranking* no que diz respeito ao desempenho global, com relação às organizações da amostra. No segundo estágio, a organização foi uma das duas únicas a integrar a fronteira de eficiência técnica geral. Em seguida, as organizações Trisul e João Fortes ocupam a segunda e terceira posição, respectivamente, com escores de eficiência normalizada muito próximos um do outro. Ambas foram classificadas no grupo de alta rentabilidade/baixa valorização, na terceira seção. A última colocada foi a Rossi Residencial, que, nos dois estágios anteriores, obteve escores de ETP bem

baixos (o menor no primeiro estágio e o terceiro menor no segundo estágio), tendo sido classificada no grupo de baixa rentabilidade/baixa valorização. Por fim, destaca-se que todas as organizações que compuseram a fronteira de eficiência técnica pura no estágio do desempenho global ficaram na primeira metade do *ranking*.

Tabela 8

Ranking de desempenho global para as empresas da amostra

Posição	Unidade	Organização	Eficiência composta*
1	DMU6	Ez Tec Empreend. e Participações S.A.	1,00000
2	DMU17	Trisul S.A.	0,95765
3	DMU10	João Fortes Engenharia S.A.	0,95716
4	DMU9	JHSF Participações S.A.	0,94755
5	DMU16	Construtora Tenda S.A.	0,93860
6	DMU1	Construtora Adolpho Lindenberg S.A.	0,93076
7	DMU2	CR2 Empreendimentos Imobiliários S.A.	0,93076
8	DMU3	Cyrela Brazil Realty S.A. Empreend. e Part.	0,93076
9	DMU12	PDG Realty S.A. Empreend. e Participações	0,93076
10	DMU11	MRV Engenharia e Participações S.A.	0,92784
11	DMU18	Viver Incorporadora e Construtora S.A.	0,92500
12	DMU5	Even Construtora e Incorporadora S.A.	0,92309
13	DMU15	Tecnisa S.A.	0,92231
14	DMU8	Helbor Empreendimentos S.A.	0,90208
15	DMU4	Direcional Engenharia S.A.	0,89429
16	DMU13	RNI Negócios Imobiliários S.A.	0,85602
17	DMU7	Gafisa S.A.	0,84865
18	DMU14	Rossi Residencial S.A.	0,77701

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Motivado principalmente pela escassez de estudos envolvendo a DEA em dois estágios na Construção Civil, e tendo em vista a importância do setor para a economia brasileira e a necessidade de estudos com uma perspectiva financeira, este trabalho teve como principal objetivo avaliar o desempenho financeiro de 18 organizações listadas da Construção Civil através de duas dimensões, eficiência da rentabilidade e eficiência na geração de valor de mercado. Para isso, são empregados o modelo e as variáveis da DEA em dois estágios utilizados por Tsolas (2013).

Cinco objetivos específicos foram estabelecidos. Os dois primeiros analisaram as eficiências para cada um dos estágios individualmente. Através deles, foi possível observar que, em geral, o estágio da rentabilidade apresentou escores de eficiência técnica geral melhores que no estágio envolvendo desempenho no mercado de ações. Quanto aos retornos de escala, organizações que apresentavam retornos constantes foram a maioria no primeiro estágio (50%), enquanto organizações que operavam em DRS foram a grande maioria do segundo (78%).

O terceiro objetivo dividiu as organizações em quatro categorias de acordo com as médias de ETP obtidas em ambos os estágios, conforme Tsolas (2013). Os grupos com a maior quantidade de organizações foram o da alta rentabilidade/baixa valorização (33%) e da alta rentabilidade/alta valorização (28%), que foram, respectivamente, o segundo maior e o primeiro maior grupo no estudo de Tsolas (2013). O menor grupo no presente estudo foi o da baixa rentabilidade/baixa valorização (17%).

O quarto objetivo buscou identificar os fatores determinantes do desempenho dentre as variáveis analisadas por meio dos pesos médios dos *inputs* e *outputs*, conforme Campos (2017). A variável LAIR obteve o maior peso para o primeiro estágio e o segundo maior no segundo. No segundo estágio, ficou atrás apenas da variável Valor de Mercado. Tendo em vista a orientação a *output* do segundo estágio, foi possível concluir que, quanto maior o VM, mais próxima estaria a organização de alcançar eficiência.

O desempenho global do modelo não foi analisado em Tsolas (2013), portanto, o quinto objetivo específico propôs essa análise para o modelo e, com base nos resultados, elaborou um *ranking* de eficiência relativa para as organizações da amostra. Foi possível observar que todas as organizações que compuseram a fronteira eficiente em ETP ficaram na primeira metade do *ranking*. A líder do *ranking* foi a organização Eztec, e a menor colocação foi a da Rossi Residencial.

Assim, acredita-se que o trabalho tenha conseguido atingir o objetivo principal, ou seja, avaliar o desempenho das organizações da Construção Civil em ambas as dimensões de eficiência da rentabilidade e eficiência na geração de valor de mercado. Uma das principais implicações deste trabalho é que, por meio da DEA em dois estágios, as eficiências calculadas individualmente e a relação entre as duas fornecem informações que possibilitam aos gerentes o estabelecimento de prioridades e auxiliam na busca por melhorias para as duas dimensões analisadas. Com o cálculo do desempenho global, o trabalho também aproveita-se de uma vantagem importante da DEA em dois estágios, ou seja, a obtenção de informações sobre a eficiência não só dos estágios individuais do processo, como também do processo como um todo.

Como limitação ao trabalho, destaca-se a impossibilidade de generalizar os resultados para toda a indústria, especialmente no que diz respeito aos determinantes de desempenho, visto que foram analisadas somente as eficiências de 18 organizações listadas, e somente para o ano de 2018, o que não avalia continuidade ou tendência. Uma sugestão para futuras pesquisas seria utilizar o mesmo modelo para obtenção de um panorama maior. A escassez de estudos envolvendo DEA em dois estágios no Brasil, e na IC em geral, também dificultam a comparação entre resultados. Espera-se que este trabalho também contribua para a literatura no sentido de despertar o interesse de estudos futuros na abordagem utilizada.

REFERÊNCIAS

- Agarwal, S., Yadav, S. P., & Singh, S. P. (2010). DEA based estimation of the technical efficiency of state transport undertakings in India. *Opsearch*, 47(3), 216–230. <https://doi.org/10.1007/s12597-011-0035-4>
- Banker, R. D. (1984). Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(84\)90006-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(84)90006-7)
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Campos, L. A. (2017). *Indicadores de desempenho para organizações da construção civil com adoção da IFRS 15* (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. Recuperado de <http://repositorio.unb.br/handle/10482/23380>

- CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. (2019a, 29 de agosto). PIB Brasil e Construção Civil. Recuperado de <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>
- CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. (2019b, 21 de outubro). Estabelecimentos na Construção. Recuperado de <http://www.cbicdados.com.br/menu/empresas-de-construcao/estabelecimentos-na-construcao>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chiou, Y. C., Lan, L. W., & Yen, B. T. H. (2010). A joint measurement of efficiency and effectiveness for non-storable commodities: Integrated data envelopment analysis approaches. *European Journal of Operational Research*, 201(2), 477–489. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.03.005>
- Coelli, Tim (1996). A guide to DEAP version 1: A Data Envelopment Analysis (computer). *Centre for Efficiency and Productivity Analysis Department of Econometric University of New England*, 49.
- Cook, W. D., Liang, L., & Zhu, J. (2010). Measuring performance of two-stage network structures by DEA: A review and future perspective. *Omega*, 38(6), 423–430. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.12.001>
- Deng, F., & Smyth, H. (2013). Contingency-based approach to firm performance in construction: Critical review of empirical research. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10), 1–14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000738](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000738)
- Deng, F., & Smyth, H. (2014). Nature of firm performance in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(2), 04013040. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862)
- Du, J., Liang, L., Chen, Y., Cook, W. D., & Zhu, J. (2011). A bargaining game model for measuring performance of two-stage network structures. *European Journal of Operational Research*, 210(2), 390–397. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.08.025>
- Eckert, A., Pioner, A., & Mecca, M. S. (2018). Em busca da competitividade: comportamento econômico e financeiro da construção civil listadas na B3 no período 2007-2016. *Revista UNEMAT de Contabilidade*, 7(13), 179–215.
- El-Mashaleh, M. S., Minchin, R. E., & O'Brien, W. J. (2007). Management of construction firm performance using benchmarking. *Journal of Management in Engineering*, 23(1), 10–17. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2007\)23:1\(10\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2007)23:1(10))
- Färe, R., & Grosskopf, S. (1985). A Nonparametric Cost Approach to Scale Efficiency. *The Scandinavian Journal of Economics*, 87(4), 594–604.
- Färe, R., & Grosskopf, S. (2000). Network DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34(1), 35-49.
- FGV/IBRE. (2019). *Índice de Confiança da Construção*. In *Sondagem da Construção*. Recuperado de <https://portalibre.fgv.br/data/files/>.
- FIRJAN. (2014). *Construção Civil: Desafios 2020*. Recuperado de <https://firjan.com.br/o-sistema-firjan/setores-de-atuacao/construcao-civil.htm>

- Garrison, R. H., Noreen, E. W., & Brewer, P. C. (2013). *Contabilidade Gerencial* (14a ed.). Porto Alegre: AMGH Editora Ltda.
- Guerra, M. (2011). *Análise De Desempenho De Organizações Hospitalares* (Dissertação de Mestrado). Departamento de Ciências Contábeis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil. Recuperado de http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-8KZNFA/mariana_guerra.pdf?sequence=1
- Horta, I. M., Camanho, A. S., & Da Costa, J. M. (2010). Performance assessment of construction companies integrating key performance indicators and data envelopment analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(5), 581–594. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000145](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000145)
- Hu, X., & Liu, C. (2016). Profitability performance assessment in the Australian construction industry: a global relational two-stage DEA method. *Construction Management and Economics*, 34(3), 147–159. <https://doi.org/10.1080/01446193.2016.1180415>
- Hu, X., & Liu, C. (2018). Measuring efficiency, effectiveness and overall performance in the Chinese construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(6), 780–797. <https://doi.org/10.1108/ECAM-06-2016-0131>
- Jiang, H., & He, Y. (2018). Applying data envelopment analysis in measuring the efficiency of Chinese listed banks in the context of macroprudential framework. *Mathematics*, 6(10). <https://doi.org/10.3390/math6100184>
- Kagioglou, M., Cooper, R., & Aouad, G. (2001). Performance management in construction: a conceptual framework. *Construction Management and Economics*, 19(1), 85–95. <https://doi.org/10.1080/01446190010003425>
- Kangari, R., Farid, F., & Elgharib, H. M. (1992). Financial performance analysis for construction industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 118(2), 349–361. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1992\)118:2\(349\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1992)118:2(349))
- Kao, C. (2014). Network data envelopment analysis: A review. *European Journal of Operational Research*, 239(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.039>
- Kao, C., & Hwang, S. N. (2008). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185(1), 418–429. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.11.041>
- Keh, H. T., Chu, S., & Xu, J. (2006). Efficiency, effectiveness and productivity of marketing in services. *European Journal of Operational Research*, 170(1), 265–276. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.050>
- Lin, G., & Shen, Q. (2007). Measuring the performance of value management studies in construction: Critical review. *Journal of Management in Engineering*, 23(1), 2–9. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2007\)23:1\(2\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2007)23:1(2))
- Mello, J. C. C. B., Meza, L. A., Gomes, E. G., & Neto, L. B. (2005). Curso de Análise de Envoltória de Dados. In *XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional* (pp. 2521–2547). Gramado, RS, Brasil, 37.
- Mogha, S. K., Yadav, S. P., & Singh, S. P. (2016). Estimating technical efficiency of public sector hospitals of Uttarakhand (India). *International Journal of Operational Research*, 25(3), 371–399. <https://doi.org/10.1504/IJOR.2016.074759>

- Mostafa, M. M. (2009). Modeling the competitive market efficiency of Egyptian companies: A probabilistic neural network analysis. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 8839–8848. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.024>
- Ozorhon, B. (2013). Analysis of construction innovation process at project level. *Journal of Management in Engineering*, 29(4), 455–463. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000157](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000157)
- Pilateris P., & McCabe B. (2003). Contractor Financial Evaluation Model (Cfem). *Canadian J Civil Economics*, 30(3): 487-499.
- Rathore, Z. (2016). *A framework for organizational performance assessment in the construction industry* (Dissertação de Mestrado). Departamento de Gestão da Construção Civil, Universidade de Purdue, West Lafayette, IN, Estados Unidos.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). Profitability and marketability of the top 55 U.S. commercial banks. *Management Science*, 45(9), 1270–1288. <https://doi.org/10.1287/mnsc.45.9.1270>
- Tsolas, I. E. (2011). Modelling profitability and effectiveness of Greek-listed construction firms: An integrated DEA and ratio analysis. *Construction Management and Economics*, 29(8), 795–807. <https://doi.org/10.1080/01446193.2011.610330>
- Tsolas, I. E. (2013). Modeling profitability and stock market performance of listed construction firms on the athens exchange: Two-stage DEA approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(1), 111–119. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000559](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000559)
- Veshosky, D. (1998). Managing Innovation Information in Engineering and Construction Firms. *Journal of Management in Engineering*, 14(1), 58–66.
- Wegelius-Lehtonen, T. (2001) Performance Measurement in Construction Logistics. *International Journal of Production Economics*, 69, 107-116. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00034-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00034-7)
- Zayed, T., Elwakil, E., & Ammar, M. (2012). A Framework for Performance Assessment of Organizations in the Construction Industry. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*, 1(4), 199–212. <https://doi.org/10.7492/ijaec.2012.022>
- Zhu, J. (2000). Multi-factor performance measure model with an application to Fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*, 123(1), 105–124. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00096-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00096-X)