



Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa
ISSN: 2674-5895
INDEG-IUL - ISCTE Executive Education

SANTOS, PEDRO VIEIRA SOUZA; VIANA, IZABELLA MARIA DA SILVA;
DAMASCENO, NAIANE TALITA DOS SANTOS; SILVA, EDUÍNA CARLA DA
Análise da eficiência em operações de vinícolas brasileiras e portuguesas: um estudo comparativo
Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa,
vol. 20, núm. 1, 2021, Janeiro-Abril, pp. 21-40
INDEG-IUL - ISCTE Executive Education

DOI: <https://doi.org/10.12660/rgplp.v20n1.2021.81066>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=568068235002>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

Análise da eficiência em operações de vinícolas brasileiras e portuguesas: um estudo comparativo

PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS ¹

IZABELLA MARIA DA SILVA VIANA ²

NAIANE TALITA DOS SANTOS DAMASCENO ³

EDUÍNA CARLA DA SILVA ⁴

¹ Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Petrolina – PE, Brasil

² Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG, Brasil

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga – BA, Brasil

⁴ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande – PB, Brasil

Resumo

A indústria vinícola está entre as que se destacam no contexto internacional: em 2019, os produtores de vinho de todo o mundo produziram entre 258,3 e 267,4 milhões de hectolitros do produto. Como se trata de um segmento com operações padronizadas, é suscetível o processo de avaliação de desempenho em termos de eficiência. O objetivo do presente estudo é avaliar e comparar a eficiência das operações de vinícolas localizadas no Brasil e em Portugal, por meio da aplicação da análise envoltória de dados. Com base nos dados gerados pelo modelo BCC-*input*, construiu-se a fronteira de eficiência para visualização e análise do desempenho entre as 18 empresas submetidas ao estudo. Foram obtidos dados de eficiência clássica, eficiência invertida, além de composta e normalizada. Tendo em vista a análise de eficiência composta normalizada, somente a empresa C manteve seu índice igual a um (1,0) ou 100%. Do conjunto inicial de 18 empresas que foram analisadas, esta é a única unidade de tomada de decisão homogênea (DMU) que se mostra eficiente nas operações. Em outras palavras, a DMU C tem uma boa *performance* nas métricas em que se destaca, além de não ter um desempenho ruim nas variáveis em que não se destaca. As demais DMUs ficaram no intervalo [0,230; 0,958].

PALAVRAS-CHAVE: Gestão. Análise envoltória de dados. Vinhos.

Artigo submetido em 28 de janeiro de 2020 e aceito para publicação em 13 de abril de 2021.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12660/rgpl.v20n1.2021.81066>



ISSN 2674-5895

Analysis of efficiency in Brazilian and Portuguese wineries operations: a comparative study

Abstract

The wine industry represents an important business worldwide. In 2019, winemakers around the world produced between 258.3 and 267.4 million hectoliters. It is a segment with standardized operations, susceptible to evaluation for its efficiency. This study aimed to evaluate and compare the efficiency of wineries located in Brazil and Portugal, using Data Envelopment Analysis. The efficiency frontier was established based on data generated by the BCC-input model, allowing to visualize and analyze the performance of eighteen wineries. Classical efficiency, inverted efficiency, and compound and normalized data were obtained. Regarding the normalized composite efficiency analysis, the only decision-making unit (DMU) that maintained its index equal to one (1.0) or 100%, was company C. This company was the only one in the set of eighteen companies analyzed that presented efficient operations. Thus, company C has a good performance in the variables in which it stands out, and does not have a poor performance in the variables in which it does not stand out. The remaining DMUs showed indexes between 0.230 and 0.958.

KEYWORDS: Management. Data envelopment analysis. Wine.

Análisis de eficiencia en las operaciones de bodegas brasileñas y portuguesas: un estudio comparativo

Resumen

Una de las industrias que se destacan en el contexto internacional es la vinícola. En 2019, los productores de vino de todo el mundo produjeron entre 258,3 y 267,4 millones de hectolitros del producto. Como es un segmento con operaciones estandarizadas, es susceptible al proceso de evaluación de desempeño en términos de eficiencia. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar y comparar la eficiencia de las operaciones de las bodegas ubicadas en Brasil y Portugal, a través de la aplicación del análisis de envoltura de datos. A partir de los datos generados por el modelo BCC-*input*, se construyó la frontera de eficiencia para visualizar y analizar el desempeño entre las dieciocho empresas sometidas al estudio. Se obtuvieron datos de eficiencia clásica, eficiencia invertida, además de eficiencia compuesta y estandarizada. En vista del análisis de eficiencia compuesta estandarizada, se observa que solo la empresa C mantuvo su índice igual a uno (1.0) o 100%. De las dieciocho empresas analizadas, esta DMU (unidad de toma de decisión) fue la única eficiente en las operaciones. En otras palabras, la DMU C tuvo un buen desempeño en las métricas en las que se destacó, además de no tener un desempeño pobre en las variables en las que no se destacó. Las DMU restantes permanecieron en el rango de [0.230; 0,958].

PALABRAS CLAVE: Gestión. Análisis de envoltura de datos. Vinos.

INTRODUÇÃO

Atualmente as organizações devem considerar a competitividade cada vez mais acirrada imposta pelo mercado como um fator de busca constante por melhoria e manutenção das operações. Isso pode ser traduzido como uma relação direta entre ambiente mercadológico competitivo, estratégia de negócios e desempenho organizacional (ARAÚJO et al., 2019; MACHADO e SANTOS, 2020; SANTOS et al., 2020). Assim, as prioridades de cunho competitivo e o processo de tomada de decisão devem estar alinhados com a avaliação de desempenho das operações, para fomentar a criação das capacidades competitivas necessárias à sobrevivência de uma empresa no mercado (BULAK e TURKYILMAZ, 2014; ANDRADE, ARAÚJO e SANTOS, 2019; SANTOS, 2020).

Desse modo, os objetivos de natureza estratégica são estabelecidos em geral para garantir resultados efetivos. Além disso, eles permitem que as organizações definam e meçam de modo estratégico seu desempenho operacional (BELLISARIO e PAVLOV, 2018). Logo, para execução do gerenciamento de desempenho, deve-se observar sua abrangência, que engloba desde as políticas e atividades até os processos e procedimentos organizacionais por meio dos quais os objetivos estratégicos são atingidos e seu desempenho aprimorado (STOREY e SISSON, 1993; SILVA e SILVA FILHO, 2019; SANTOS e SILVA, 2019).

De modo geral, avaliar o desempenho demanda definição e manutenção de indicadores e/ou métricas para desenvolver um padrão operacional efetivo, o que contribui para a execução do sistema de gerenciamento de desempenho de uma empresa. Nesse caso, o gerenciamento do desempenho operacional envolve medição, monitoramento e também o aprimoramento da *performance* das equipes de trabalho e é contribuinte direto para o desempenho organizacional geral (JELINKOVA e STRITESKA, 2015; SANTOS e SANTOS, 2018; SANTOS, 2020).

Nesse contexto, a indústria vinícola, dentre outras, destaca-se internacionalmente, uma vez que, em 2019, foram produzidos no mundo entre 258,3 e 267,4 milhões de hectolitros do produto. O que representa uma média de 262,8 milhões de hectolitros, de acordo com uma estimativa feita com base em 28 países que representam 85% da produção mundial, segundo dados da Organização Internacional da Vinha e do Vinho – OIV (2019).

Dentre os produtores, Portugal destaca-se com uma produção de 6,7 milhões de hectolitros no ano de 2019; o único país da União Europeia que manufaturou mais que no ano anterior (2018), com alta de 10%, o que representa 4% acima da sua média dos últimos cinco anos. Em outra realidade, o Brasil é apontado como 16º produtor mundial, apresentando um volume estimado de 2,9 milhões de hectolitros produzidos no território, conforme estimativa da OIV em 2019. O Brasil apresenta, nas áreas de cultivo de uvas viníferas, regiões de clima úmido e alto índice de chuvas, como a Serra Gaúcha, que possui um solo rico em matéria orgânica; de clima mais seco, como a Campanha Gaúcha, mas que apresenta um alto índice de chuvas; e também uma região semiárida com índice de chuvas relativamente baixo, como é o caso do Vale do São Francisco (SILVA e ALVES, 2014; SANTOS, 2017).

Como se trata de um segmento com operações padronizadas, é suscetível o processo de avaliação de desempenho em termos de eficiência. Para tal, alguns métodos podem ser empregados, um deles é a análise envoltória de dados (do inglês, *data envelopment analysis* – DEA). Trata-se de um método não paramétrico empregado para medir a eficiência relativa de um conjunto de empresas, chamadas de unidades de tomada de decisão homogêneas (DMUs),

com variáveis de entrada e saída (HWANG et al., 2013). Dois modelos são considerados: o CCR (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978) e o BCC (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984); este último é uma expansão do modelo inicial.

Diante do exposto, a problemática definida está pautada no questionamento sobre como avaliar o desempenho operacional de empresas produtoras de vinho entre dois países. Para tal, o artigo contempla uma revisão bibliográfica sobre a produção de vinho e a metodologia não paramétrica DEA. O tema justifica-se pela ausência de estudos dessa natureza no campo setorial de vinícolas portuguesas e brasileiras. O presente artigo visa contribuir, por meio da DEA, para a literatura que trata da avaliação de eficiência operacional.

Na prática, a pesquisa agrega informações que podem ser úteis na configuração dos processos em vinícolas. Ademais, os gestores que estão diante dessas operações podem aplicar essa metodologia como forma de avaliar o desempenho dos processos internos da empresa, por exemplo.

Isto posto, o objetivo do presente estudo é avaliar e comparar a eficiência das operações de vinícolas localizadas no Brasil e em Portugal por meio da aplicação da DEA.

REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os conceitos teóricos acerca da temática abordada no trabalho. Isto é, definições sobre o método não paramétrico DEA e, ainda, pontuações a respeito da produção de vinho e das etapas do processo produtivo em vinícolas.

Processo produtivo na indústria vinícola

O vinho como derivado da uva é um item de mercado economicamente significante. A comercialização do produto para a indústria explica tal fato e levou o processo a receber mais atenção da pesquisa. O vinho é produzido por fermentação do mosto de uvas frescas e maduras, realizada por microrganismos que convertem o açúcar do suco de uva em álcool e anidro carbônico (RUBERTO et al., 2007; MONRAD et al., 2010; KELEBEK, SELLI e CANBAS, 2013). Diferentes tipos de vinhos são assim produzidos em todo o mundo e incluem produtos de baixo teor alcoólico, secos ou não secos; vinho de fruta doce; vinho de fruta fortificado e vinho espumante, por exemplo (Matei, 2017).

De acordo com Debastiani et al. (2015, p. 473), duas regiões destacam-se na produção de vinhos no território brasileiro:

A produção de vinhos finos brasileiros teve origem e produção exclusiva no Rio Grande do Sul, onde a colheita da uva ocorria nos meses de janeiro e fevereiro. Porém, a partir da década de 1980, na nova fronteira vinícola no Vale do São Francisco, onde o clima quente, aliado a novas tecnologias de cultivo e de irrigação que permitem mais de uma safra por ano, propiciou a produção de vinhos finos também no semiárido.

No mundo, outro importante produtor de vinhos é Portugal. A cultura da vinha destaca-se como um setor relevante na agricultura portuguesa, assumindo de norte a sul do país destaque

em termos econômicos, social e cultural (HENRIQUES et al., 2009). Um fator que deve ser destacado no campo mercadológico do vinho português é o reconhecimento dos produtos produzidos no país diante do mercado externo, como o vinho do Porto, conforme Fraga et al. (2017).

Para Santos (2017, p. 54), deve-se notar que, independentemente da localização da vinícola, do ponto de vista da qualidade desejada do vinho, “[...] esta depende, majoritariamente, da qualidade da uva empregada como matéria prima, que está intimamente relacionada com as condições do solo e do clima, entre outras”. Durante o processo produtivo para a fabricação de vinho, existem etapas de produção. De acordo com Santos (2020), estas etapas são as seguintes:

- i. Recepção das uvas: após a chegada do carregamento, a qualidade das uvas é inspecionada, sendo analisada de acordo com o grau de amadurecimento e do estado sanitário; em seguida, dá-se início à produção;
- ii. Desengase: as caixas de uvas previamente selecionadas são postas na desengasadora; dessa forma, os grãos das uvas são destacados dos cachos para a máquina de prensagem;
- iii. Maceração: ocorre por uma hora e tem como objetivo esmagar os grãos, de forma que o suco e o bagaço sejam separados; o suco resultante é chamado de mosto;
- iv. Fermentação: nesta etapa o mosto é acondicionado nos tanques, com adição de ingredientes químicos que iniciam o processo de fermentação do vinho;
- v. Descuba: o vinho é refrigerado dentro dos seus respectivos tanques;
- vi. Prensagem: o mosto que está passando por fermentação é posto em tanques para que seja realizada a segunda prensagem; após duas horas e meia, é extraído o suco remanescente do mosto;
- vii. Finalização da fermentação: são adicionados fermentos e catalisadores ao mosto, fase na qual as bases formadoras de vinho são misturadas (duas ou mais bases);
- viii. Maturação e estabilização: na maturação do vinho, a fermentação é finalizada e no ápice da maturação são adicionados conservantes e gelatinas com o objetivo de estabilizar o produto e manter as características necessárias;
- ix. Filtração e engarrafamento: a filtragem do vinho é realizada para eliminação de partículas. Pelos dutos, o vinho é direcionado para os reservatórios. Assim, o vinho é engarrafado de modo mecânico, com o uso de garrafa, rolha cápsula e rótulo. A quantidade de uva utilizada é variável de acordo com a amostra de frutas e vinhos, contudo, a base é mesma.

Análise envoltória de dados

Charnes, Cooper e Rhodes (1978) desenvolveram os conceitos iniciais da abordagem DEA, proposta por Farrell (1957) e apresentaram o modelo conhecido como CCR (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978). Tempos mais tarde, Bunker, Charnes e Cooper (1984) expandiram o modelo DEA e apresentaram o BCC (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984). Logo, como modelos clássicos, DEA, CCR e BCC tratam os sistemas como “caixas pretas”. Isso se dá devido às limitações e/ou deficiências em considerar as variáveis operacionais intermediárias no cálculo e as interações internas presentes no sistema, além de informações relevantes que podem não ser consideradas (JIANG et al., 2012; LEE, ZHANG e JEONG, 2016; LINS e MEZA, 2000).

Para efeito conceitual, as empresas submetidas ao método são intituladas como DMU. Este conceito é genérico e, segundo Cooper, Seiford e Tone (2006), uma DMU pode ser tratada como uma entidade que converte múltiplas entradas em múltiplas saídas e cujo desempenho pode ser mensurado e, consequentemente, avaliado. Nos modelos utilizados na abordagem DEA, avalia-se uma quantidade “ h ” de DMU, em que cada uma recebe y entradas distintas para produzir z saídas diferentes.

Uma característica particular às DMUs é a chamada homogeneidade, isto é, elas devem pertencer a um grupo de cunho homogêneo e independente, executando a mesma função; cada organização é representada por um grupo comum de indicadores de entrada (*outputs*) e de saída (*inputs*). Isto é, as empresas são mutuamente comparáveis, consomem as mesmas variáveis de entrada e criam as mesmas saídas (BOUSSOFLANE, DYSON e THANASSOULIS, 1991; SONG et al., 2012).

De acordo com Golany e Roll (1989), para que seja possível implementar os modelos propostos pelo método DEA, há três fases primordiais, quais sejam:

- Definição e escolha das DMUs para análise;
- Seleção das variáveis de entrada e saída (*inputs* e *outputs*, respectivamente) significativas e adequadas para análise de eficiência relativa das DMUs selecionadas;
- Aplicação do modelo DEA escolhido (CCR ou BCC), momento em que se define a orientação para *input* ou *output*.

Esse método tem como uma das principais vantagens incorporar várias medidas de entrada e saída e não assumir uma forma funcional específica que vincula as entradas e saídas consideradas. Ademais, os modelos básicos da DEA são passíveis de modificação, proporcionando flexibilidade suficiente para adaptar o método a diferentes contextos de avaliação (CHAABOUNI, 2019).

A metodologia proposta pelos modelos DEA é aplicada em diversos contextos, como hotéis (MIN, MIN e CHUNG, 2008), setor de fornecimento de energia (HANEY e POLLITT, 2009), cooperativas (VILELA, NAGANO e MERLO, 2007), agronegócio (DELGADO et al., 2012; SALGADO JUNIOR et al., 2014) e indústria de alimentos (ALI, SINGH e EKANEM, 2009).

Ademais, Kotey e O'Donnell (2002) utilizaram a abordagem DEA para avaliar a eficiência relativa das empresas australianas do ramo de alimentos, bebidas e tabaco. As observações relativas a eficiência técnica indicaram que as organizações do setor podem manter o mesmo nível produtivo com cerca de 20% menos de insumos gerais. Rani, Ismail e Ishak (2014), ao executar a DEA no setor alimentício, concluíram que o método e os resultados notados auxiliam no gerenciamento da fábrica, principalmente quanto a tomar melhores decisões e gerar ideias para que outras instituições melhorem o desempenho dos sistemas locais de fabricação.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

As etapas executadas para a realização do estudo são descritas a seguir.

Foram definidos indicadores de desempenho pertinentes ao contexto de operações em vinícolas. Nesta fase inicial, foram elencadas métricas relevantes para avaliação da eficiência nas vinícolas, com recurso a uma revisão da literatura. Logo, foram identificadas dezenas

(16) medidas que contribuem para a avaliação de desempenho nesse tipo de indústria. Dessa quantidade, nove (9) são *inputs* e sete (7) *outputs*.

Foi feita a seleção das DMUs para submissão ao estudo. Para atender ao pressuposto do método DEA, as empresas devem possuir as mesmas características operacionais, isto é, capacidade de produção, tipo de produto e processo utilizado, por exemplo, devem ser similares. Com a utilização de um questionário sobre dados operacionais das empresas, pôde-se selecionar aquelas que atendem a este requisito. Nesse caso, das 43 empresas contatadas, dezoito (18) foram categorizadas no mesmo perfil, ou seja, são homogêneas e compõem, portanto, a amostra escolhida para este estudo.

Escolheu-se o modelo DEA apropriado para avaliar o desempenho das vinícolas: considerando os dados atrelados aos indicadores de desempenho coletados para avaliação, optou-se por empregar o modelo BCC orientado ao *input*. Esse modelo é uma evolução do CCR, criado anteriormente. Optou-se, assim, pelo modelo orientado a minimização de *input* (tendo em vista que se busca avaliar a eficiência das vinícolas por meio da máxima redução de entradas no processo interno) para uma mesma produção de *output*.

No modelo DEA BCC direcionado aos dados de entrada (*input*), tem-se um problema de programação linear (PPL) estruturado de acordo com a função objetivo representada por 1, seguido das equações 2 e 3.

$$\text{Min } (\varphi) \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\varphi x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \text{ com } \lambda_k \geq 0, i = 1, \dots, m \quad (2)$$

$$- y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \text{ com } \lambda_k \geq 0, j = 1, \dots, n \quad (3)$$

Atendendo às condições seguintes, segundo (4) e (5):

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1 \quad (4)$$

$$\lambda_k \geq 0 \forall k \quad (5)$$

Considerando o problema matemático, os elementos designados por λ traduzem-se como sendo os percentuais de representatividade entre as empresas (DMU) e seus grupamentos, conforme apontam Paschalidou, Stiakakis e Chatzigeorgiou (2013). Importante ressaltar que os valores dos componentes λ devem ter a somar igual a um (1,0) e ser não nulos, ou seja, maiores ou iguais a zero (0), conforme restrições 4 e 5.

Os valores das métricas associadas aos processos internos das dezoito empresas analisadas foram coletados no intervalo entre dezembro de 2019 e agosto de 2020. Todos os indicadores foram tabulados e analisados pelo *software* SDEA*. Vale destacar que o modelo DEA tem maior poder explicativo com o aumento de quantidade de variáveis, porém diminui o seu poder de discriminação entre as DMUs. Na presente pesquisa, deve-se salientar que as variáveis adotadas são associadas à vertente de processos internos da empresa. Ou seja, consideram-se métricas que traduzem as operações e processos locais.

Com base nos dados gerados pelo modelo BCC-*input*, construiu-se a fronteira de eficiência para visualização e análise do desempenho entre as empresas submetidas ao estudo. Foram obtidos dados de eficiência clássica, eficiência invertida, além da composta e normalizada. A eficiência clássica (θ) é calculada conforme equações 1 a 5; a eficiência invertida (β) considera as mesmas equações, porém tem-se uma inversão nos dados de *inputs* e *outputs* em termos do modelo original; a eficiência composta é dada pela média da eficiência clássica (θ) com a eficiência invertida (β), isto é: $[\theta + (1 - \beta)] / 2$.

RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção são descritos os resultados obtidos e as análises pautadas nos *scores* de eficiência calculados pelo modelo DEA BCC-*input*.

Dados da amostra

Para submissão ao estudo, 18 empresas foram selecionadas. Destas, onze são brasileiras (BR) e sete portuguesas (PT); todas identificadas como médias empresas e, portanto, classificadas como homogêneas.

QUADRO 1
Distribuição de empresas por país

Empresa	País	Cidade
A	BR	Lagoa Grande - PE
B	BR	Lagoa Grande - PE
C	BR	Casa Nova - BA
D	BR	Casa Nova - BA
E	BR	Petrolina - PE
F	BR	Petrolina - PE
G	BR	Pinto Bandeira - RS
H	BR	Pinto Bandeira - RS
I	BR	Flores da Cunha - RS
J	BR	Bento Gonçalves - RS
K	BR	Bento Gonçalves - RS
L	PT	Vidigueira
M	PT	Penafiel
N	PT	Penafiel
O	PT	Évora
P	PT	Lamego
Q	PT	Évora
R	PT	Pinhão (Alijó)

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Conforme apresentado no Quadro 1, as empresas estão localizadas nos principais polos de produção de vinho do Brasil (Vale do São Francisco e Rio Grande do Sul) e em Portugal. Os produtos ofertados pelas empresas compreendem desde o vinho tipo branco, vinho rosé e tinto e ainda os espumantes e sucos de uva integral. Porém, para efeito de padronização das variáveis observadas, foram selecionados os processos dos vinhos tipo branco e tinto.

Como indicadores de entrada (*input*) e de saída (*output*) utilizados para avaliação no contexto das vinícolas, tem-se a listagem conforme Quadro 2. Essas métricas foram definidas com base em uma revisão bibliográfica, por meio da qual pôde-se observar quais as principais medidas adotadas para avaliação de desempenho operacional em vinícolas. Logo, a base teórica consultada para definição dos indicadores do Quadro 2 foram: Seiford e Zhu (1999), Campregher et al. (2013), Vicente (2013), Almeida, Bragagnolo e Chagas (2015), Hoeckel e Freitas (2016), Santos (2017), Paz, Rubin e Kipper (2018), Santos (2020).

QUADRO 2
Inputs e outputs considerados pelo modelo BCC

Inputs	Outputs
Quantidade de funcionários	Quantidade média mensal de vendas
Custo médio de insumo/lote	Volume engarrafado/lote
Custo médio com despesas administrativas	Índice de refugo/lote
Número de linhas de produção	Clientes ativos
Capacidade de envase/lote	Volume tratado de rejeitos/mês
Consumo mensal de uva	Devolução por problemas de qualidade/mês
Capacidade de fermentação	Atendimento ao prazo de entrega (%)
Investimento médio mensal em processos internos	
Custo médio de pessoal	

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Todos os indicadores presentes no Quadro 2 foram submetidos a avaliação, simultaneamente, com base no modelo DEA BCC-*input*. Os resultados alcançados são expostos a seguir. Salienta-se que a DEA presume sempre que quanto mais nivelado o *output* tiver com o nível de *input* introduzido no modelo, mais eficiente é a DMU. Dessa maneira, a variável “Devolução por problemas de qualidade/mês” quando apresenta um nível baixo traduz-se como melhor para efeito de avaliação e, por isso, foi trabalhada com o inverso dela, para que o modelo DEA consiga lê-la de maneira apropriada.

Análise envoltória de dados

O primeiro índice obtido foi o *score* de eficiência clássica (θ). Por meio dos cálculos propostos pelo modelo BCC-*input*, observam-se os seguintes resultados de *score* (θ), organizados em ordem decrescente, como demonstrado na Tabela 1.

TABELA 1
Score de eficiência em ordem decrescente

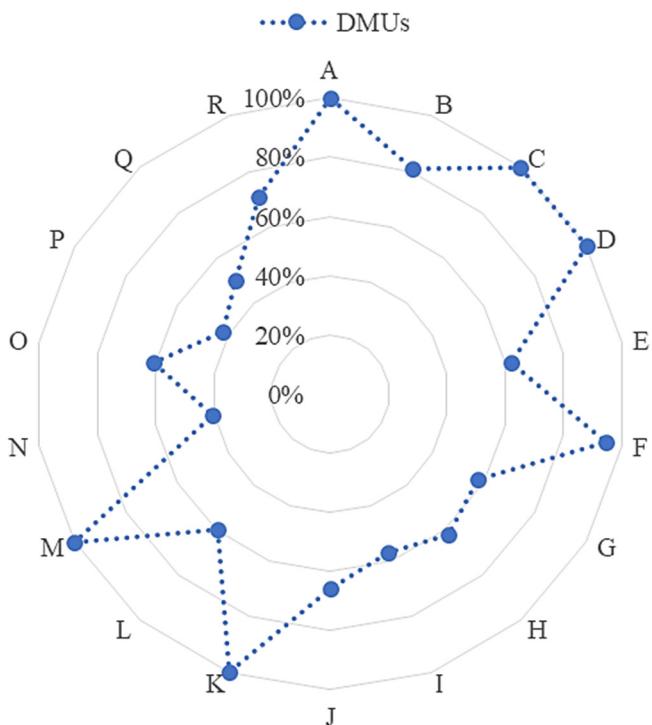
Empresa	Score (θ)	Ranking
A	100%	1
C	100%	2
D	100%	3
K	100%	4
M	100%	5
F	94,55%	6
B	80,98%	7
R	70,61%	8
J	65,72%	9
E	61,97%	10
H	61,83%	11
O	60,93%	12
L	59,68%	13
G	57,49%	14
I	56,95%	15
Q	49,88%	16
P	41,97%	17
N	40,72%	18

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Com essa avaliação preliminar, pode-se notar que cinco empresas obtiveram índice de eficiência igual a um (1,0 ou 100%). Por se caracterizarem como vinícolas eficientes no contexto da amostra observada, compõem o grupo de DMUs de referência, representado por $\alpha = \{A, C, D, K \text{ e } M\}$, para as demais empresas.

Para efeito de visualização, observa-se na Figura 2 o comportamento de cada empresa (DMU) em relação à fronteira de eficiência (camada mais externa).

FIGURA 2



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Do grupo α, apenas uma vinícola está localizada em Portugal, a DMU M (Penafiel), que atua no mercado de vinhos há 22 anos e conta com 65 funcionários, incluindo uma equipe de enólogos. Seus produtos são exportados para países da Europa, América e Ásia. Além disso, possui selos de qualidade cedidos por agências do setor e pretende expandir suas operações nos próximos 5 anos. A empresa atua com processos padronizados e seguindo normas internacionais de qualidade. Tais características justificam, em parte, a obtenção do índice de eficiência clássica igual a 100%.

As demais empresas do grupo α (A, C, D, K) situam-se no território brasileiro, especificamente no Vale do São Francisco (A, C, D) e no Rio Grande do Sul (K). Por serem polos tradicionais de produção de vinho, as empresas buscam constantemente manter a qualidade dos produtos e do processo. Porém nem todas as empresas que se situam nas mesmas regiões possuem destaque em eficiência, conforme apontado pelos cálculos do modelo DEA BCC.

Entretanto o tempo de atuação no mercado é o ponto em comum entre essas DMUs brasileiras, compreendendo o intervalo de 35-41 anos. O aprimoramento dos processos e das técnicas de envase e armazenamento pode influenciar na obtenção de maior *performance* nas operações de modo geral, tendo em vista que são atividades do processo cruciais para o bom desempenho.

Outro grupo de DMUs destaca-se negativamente. Trata-se do grupo π (DMU Q, DMU P, DMU N), empresas com índice de eficiência clássica abaixo de 50,0% e que representam organizações que não são referência, *a priori*, para as demais. O ponto comum entre elas está na localização, todas em solo português. Entretanto algumas divergências entre fatores

operacionais e culturais entre os dois países (Brasil e Portugal) podem influenciar na avaliação de desempenho. Tais diferenças não são consideradas neste estudo, mas podem ser desenvolvidas em estudos futuros.

Deve-se ressaltar que esta avaliação considera as entradas como foco de análise. Em outras palavras, a abordagem proposta pelo modelo matemático objetiva minimizar os *inputs*, mantendo os *outputs* constantes. Logo, o modelo BCC-*input* considera que uma variação adicional na entrada poderá acarretar um aumento na saída (*output*), não automaticamente proporcional, podendo até haver um decréscimo.

Outra abordagem possível feita pelo método DEA é o cálculo da fronteira de eficiência invertida. Para isso, tem-se uma inversão nos dados de *inputs* e *outputs* em termos do modelo original, permitindo, com isso, destacar as empresas com as piores práticas de nível gerencial e identificar as DMUs que têm melhores práticas. O *score* de eficiência invertida (β) calculado para cada DMU é apresentado na Tabela 2.

TABELA 2
Avaliação da eficiência invertida

DMU	Score (β)
A	50%
B	37,52%
C	23,28%
D	30,66%
E	36,67%
F	58,36%
G	100%
H	100%
I	100%
J	100%
K	32,09%
L	100%
M	61,11%
N	100%
O	100%
P	100%
Q	100%
R	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Pode-se notar que as DMUs antes consideradas eficientes e, portanto, pertencentes ao grupo α , não mantiveram o índice igual a um (1,0) ou 100%. Nesse cálculo, outras DMUs antes ditas ineficientes passam a ser observadas como eficientes, quando considerada a inversão nos dados de entrada e saída no modelo original. Nesse caso, a obtenção da eficiência invertida é útil para medir a ineficiência de uma dada DMU do conjunto analisado. Permite identificar as empresas “falsas

eficientes” e classificadas como *anti-benchmark*, utilizando-se, para isso, a equação representada pela divisão da soma ponderada dos *inputs* analisados pela soma ponderada dos *outputs*.

Associando a eficiência clássica obtida inicialmente com o índice da eficiência invertida, torna-se possível analisar a eficiência intitulada de composta. Esse tipo de eficiência é calculada pela média da eficiência clássica (θ) com a eficiência invertida (β). Com essas informações, ao final da análise, obter-se-á a(s) DMU(s), de fato, eficiente(s).

Para obter a eficiência composta, tem-se a seguinte memória de cálculo:

$$\text{Eficiência Composta} = [\theta + (1 - \beta)] / 2.$$

Sendo θ o valor correspondente à eficiência clássica e β o coeficiente obtido para eficiência invertida.

Ademais, a eficiência composta deve ser normalizada. Para isso, divide-se o valor da eficiência composta pelo maior valor obtido de eficiência composta. Salienta-se que esse processo de normalização busca apresentar os índices de eficiência composta no intervalo entre 0 a 1. Isto é, a normalização relativiza as eficiências obtidas. O resultado da eficiência composta é apresentado na Tabela 3, assim como seu valor normalizado.

TABELA 3
Cálculo de eficiência composta

DMU	Eficiência Clássica (θ)	Eficiência Invertida (β)	Eficiência Composta	Eficiência Composta Normalizada
A	1,000	0,500	0,750	0,849
B	0,810	0,375	0,717	0,812
C	1,000	0,233	0,884	1,000
D	1,000	0,307	0,847	0,958
E	0,620	0,367	0,627	0,709
F	0,946	0,584	0,681	0,771
G	0,575	1,000	0,287	0,325
H	0,618	1,000	0,309	0,350
I	0,570	1,000	0,285	0,322
J	0,657	1,000	0,329	0,372
K	1,000	0,321	0,840	0,950
L	0,597	1,000	0,298	0,338
M	1,000	0,611	0,694	0,786
N	0,407	1,000	0,204	0,230
O	0,609	1,000	0,305	0,345
P	0,420	1,000	0,210	0,237
Q	0,499	1,000	0,249	0,282
R	0,706	1,000	0,353	0,400

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tendo em vista a análise de eficiência composta normalizada, verifica-se que a única DMU que manteve seu índice igual a um (1,0) ou 100% foi a empresa C. Essa DMU é, portanto, a única do conjunto inicial das 18 empresas analisadas que se mostra eficiente nas operações. Em outras palavras, a DMU C tem uma *performance* boa nas métricas em que se destaca, além de não ter um desempenho ruim nas variáveis em que ela não se destaca. As demais DMUs ficaram no intervalo [0,230; 0,958].

Em suma, pode-se ainda elaborar, com base nos *scores* de eficiência, a relação de *benchmark* entre empresas de referência (eficiência clássica – A, C, D, K e M) com as demais DMUS da amostra, conforme Quadro 3.

QUADRO 3
Benchmark entre DMUS

DMU	A	C	D	K	M
A	A				
B		C		K	M
C		C			
D			D		
E		C		K	M
F			D	K	
G		C			M
H				K	M
I				K	M
J				K	M
K				K	
L		C			M
M					M
N		C		K	M
O		C			M
P				K	M
Q				K	M
R				K	M
Total	1	7	2	11	13

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As DMUs avaliadas são agrupadas com o seu *benchmark* mais próximo, de modo a apontar quais melhorias poderiam ser executadas para tornar eficientes as DMUs classificadas como “não eficientes”. Ou seja, as DMUs eficientes (A, C, D, K, M) servem de exemplo em termos de *performance* e utilização de recursos às demais empresas.

Outra informação útil no contexto da avaliação DEA é a definição dos valores de *lambda* (λ), expostos na Tabela 4. Traduzem-se como percentuais de representatividade entre as unidades analisadas (DMUs) e seus grupamentos – *benchmark*. Em outras palavras, indicam algebricamente a relevância de uma DMU eficiente como referência para uma unidade classificada como ineficiente.

TABELA 4
Valores lambda (λ) entre DMUs

DMU	A	C	D	K	M
A	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B	0,000	0,219	0,000	0,391	0,390
C	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
D	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
E	0,000	0,099	0,000	0,855	0,047
F	0,000	0,000	0,200	0,800	0,000
G	0,000	0,794	0,000	0,000	0,207
H	0,000	0,000	0,000	0,982	0,018
I	0,000	0,000	0,000	0,662	0,338
J	0,000	0,000	0,000	0,648	0,352
K	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
L	0,000	0,097	0,000	0,000	0,903
M	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
N	0,000	0,499	0,000	0,025	0,476
O	0,000	0,871	0,000	0,000	0,129
P	0,000	0,000	0,000	0,592	0,408
Q	0,000	0,000	0,000	0,664	0,337
R	0,000	0,000	0,000	0,510	0,490

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O modelo DEA fornece uma quantidade relevante de dados e informações, permitindo a analistas e executivos extraírem as diretrizes para melhoria dos desempenhos existentes, como os valores de *lambda* (λ), que identificam os *benchmarks* para cada DMU ineficiente. Destaca-se que esse indicador deve atender as condições impostas segundo as equações (4) e (5). Quanto maior o valor de *lambda*, mais próxima está a unidade do referido *benchmark* e, nesse caso, ele torna-se mais relevante como unidade alvo.

Os resultados condizem com os encontrados, por exemplo, no estudo de Rani, Ismael e Ishak (2014), no qual os autores identificaram que operações envolvendo alimentos podem indicar diferenças relativas ao cenário mercadológico. Isto é, englobam o preço de compra de insumos e relação com fornecedores, o que influencia na avaliação de desempenho das DMUs.

Além disso, o presente trabalho corrobora os resultados encontrados por Hoeckel e Freitas (2016), quais sejam: da amostra de vinícolas selecionadas, verificou-se que grande parte das DMUs está operando com ineficiência de escala, causada, sobretudo, pela escala de produção incorreta. A pesquisa aqui apresentada consolida os resultados obtidos por Paz, Rubin e Kipper (2018), que levam os autores a destacar que a qualidade na gestão das vinícolas não depende, exclusivamente, da quantidade de indicadores analisados, mas sim de sua correta utilização.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar e comparar a eficiência entre empresas vinícolas portuguesas e brasileiras. Pode-se concluir que esse objetivo foi alcançado, bem como foi identificada a empresa referência para o grupo de 18 organizações avaliadas pelo modelo DEA BCC-*input*.

A princípio, com uma avaliação preliminar, pôde-se notar que cinco empresas obtiveram índice de eficiência igual a um (1,0 ou 100%), compondo o grupo de DMUs de referência, representado por α (A, C, D, K e M), para as demais empresas, visto que se caracterizam como vinícolas eficientes. No entanto, uma análise aprofundada pôde identificar, por meio da eficiência invertida, as empresas “falsas eficientes” e classificadas como *anti-benchmark*. Para isso, utilizou-se a equação representada pela divisão da soma ponderada dos *inputs* analisados pela soma ponderada dos *outputs*. Nesse caso, a obtenção da eficiência invertida foi útil para medir a ineficiência de uma dada DMU do conjunto analisado.

Considerando a análise de eficiência composta normalizada, notou-se que a única DMU que teve seu índice igual a um (1,0) ou 100%, foi a vinícola C. Esta DMU foi, portanto, a única do conjunto de 18 empresas analisadas que se mostrou eficiente nas operações do seu processo produtivo. Em outras palavras, a DMU C tem uma boa *performance* nas métricas em que se destaca, além de não ter um desempenho ruim nas variáveis em que ela não se destaca. Por fim, as demais DMUs ficaram no intervalo [0,230; 0,958] e, nesse caso, são ditas ineficientes.

Como limitações do estudo, pode-se citar a quantidade de DMUs consultada. Caso mais vinícolas tivessem participado do estudo, a obtenção do índice de eficiência igual a 1,0 possivelmente se restringiria a menos vinícolas. Além disso, podem ser considerados outros indicadores relacionados ao processo produtivo do vinho e que não foram enquadrados no modelo executado no trabalho. Para estudos futuros, indicam-se a análise por meio do modelo BCC orientado à saída (*output*) e a análise de fatores externos às empresas, tais como cultura, economia e recursos humanos, como variáveis influenciadoras indiretas no desempenho das empresas locais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às empresas participantes do estudo no qual contribuíram com os dados para execução da metodologia.

REFERÊNCIAS

- ALI, J.; SINGH, S. P.; EKANEM, E. P. Efficiency and Productivity Changes in the Indian Food Processing Industry: Determinants and Policy Implications. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 12, n. 1, p. 43-66, 2009.
- ALMEIDA, A. N.; BRAGAGNOLO, C.; CHAGAS, A. L. S. A demanda por vinho no Brasil: elasticidades no consumo das famílias e determinantes da importação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 3, p. 433-454, 2015.
- ANDRADE, J. C.; ARAÚJO, M. A.; SANTOS, P. V. S. Estudo sobre aquisição de alimentos da agricultura familiar para o programa nacional de alimentação escolar: o caso dos municípios paraibanos. **Gestão e Sociedade**, v. 13, n. 36, p. 3062-3089, 2019.
- ARAÚJO, M. A. et al. Sustentabilidade empresarial em agroindústrias pernambucanas. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 4, p. 200-218, 2019.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BELLISARIO, A.; PAVLOV, A. Performance management practices in lean manufacturing organizations: a systematic review of research evidence. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 5, p. 367-385, 2018.
- BOUSSOFLIANE, A.; DYSON, R. G.; THANASSOULIS, E. Applied data envelopment analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 52, p. 1-15, 1991.
- BULAK, M. E.; TURKYILMAZ, A. Performance assessment of manufacturing SMEs: a frontier approach. **Industrial Management & Data Systems**, v. 114, n. 5, p. 797-816, 2014.
- CAMPREGHER, G. A. et al. Estimativas de custos das empresas produtoras de vinho e da renda agregada do arranjo vitivinícola gaúcho: uma primeira aproximação. **Extensão Rural**, v. 20, p. 86-131, 2013.
- CHAABOUNI, S. China's regional tourism efficiency: a two-stage double bootstrap data envelopment analysis. **Journal of Destination Marketing & Management**, v. 11, p. 183-191, 2019.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Data envelopment analysis**: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. 2nd ed. New York: Springer, 2006.
- DEBASTIANI, G. et al. Cultura da uva, produção e comercialização de vinhos no Brasil: origem, realidades e desafios. **Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v. 20, n. 2, p. 471-485, 2015.
- DELGADO, R. C. et al. Classificação espectral de área plantada com a cultura da cana-de-açúcar por meio da árvore de decisão. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 2, p. 369-380, 2012.
- FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of Royal Statistical Society: Series A**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.
- FRAGA, H. et al. Viticulture in Portugal: a review of recent trends and climate change projections. **OENO One**, v. 51, n. 2, p. 61-69, 2017.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. **Omega – Journal of Management Science**, v. 17, n. 3, p. 237-250, 1989.

HANEY, A. B.; POLLITT, M. G. Efficiency analysis of energy networks: an international survey of regulators. **Energy Policy**, v. 37, p. 5814-5830, 2009.

HENRIQUES, P. D. S. et al. Caracterização e eficiência técnica de explorações vitícolas da região Alentejo. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 24, n. 2, p. 73-80, 2009.

HOECKEL, P.; FREITAS, C. Análise da eficiência econômica na produção de vinhos do Rio Grande do Sul. **Espacios**, v. 37, p. 2-20, 2016.

HWANG, S. N. et al. Sustainable design performance evaluation with applications in the automobile industry: focusing on inefficiency by undesirable factors. **Omega**, v. 41, n. 3, p. 553-558, 2013.

INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE – OIV. **2019 statistical report on world vitiviniculture**. Paris, França, 2019. Disponível em: <<https://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

JELINKOVA, L.; STRITESKA, M. Selected components affecting quality of performance management systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEADERSHIP, TECHNOLOGY, INNOVATION AND BUSINESS MANAGEMENT (ICLTIBM2014), 4. **Proceedings**... Istambul: Procedia – Social and Behavioral Sciences. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.357>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

JIANG, J. L. et al. DEA based on strongly efficient and inefficient frontiers and its application on port efficiency measurement. **OR spectrum**, v. 34, n. 4, p. 943-969, 2012.

KELEBEK, H.; SELLİ, S.; CANBAS, A. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic compositions and antioxidant capacity of orange juice and orange wine. **Microchemical Journal**, v. 91, n. 2, p. 187-192, 2013.

KOTEY, B.; O'DONNELL, C. J. Data envelopment analysis in small and medium enterprises: a study of the australian food, beverages and tobacco manufacturing industry. **Small Enterprise Research**, v. 10, n. 2, p. 3-22, 2002.

LEE, T.; ZHANG, Y.; JEONG, B. H. A multi-period output DEA model with consistent time lag effects. **Computers & Industrial Engineering**, v. 93, p. 267-274, 2016.

LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente do apoio à decisão**. Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2000.

MACHADO, W. R. B.; SANTOS, P. V. S. Mensuração da capacidade do processo de beneficiamento de uva de mesa em um 'packing house': estudo de caso em uma empresa no Vale do São Francisco. **Navus – Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2020.

MATEI, F. Technical guide for fruit wine production – Chapter 14. In: KOSSEVA, M. R.; JOSHI, V. K.; PANESAR, P. S. (Eds.). **Science and Technology of Fruit Wine Production**. Cambridge: Academic Press, 2017.

MIN, H.; MIN, H.; CHUNG, K. A data envelopment analysis-based balanced scorecard for measuring the comparative efficiency of Korean luxury hotels. **International Journal of Quality & Reliability**

Management, v. 25, n. 4, p. 349-365, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/02656710810865249>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

MONRAD, J. K. et al. Subcritical solvent extraction of anthocyanin from dried red grape pomace. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 5, p. 2862-2868, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/jf904087n>>. PMid:20148515. Acesso em: 25 abr. 2021.

PASCHALIDOU, G.; STIAKAKIS, E.; CHATZIGEORGIOU, A. An application of data envelopment analysis to software quality assessment. In: BALKAN CONFERENCE IN INFORMATICS, 6. **Proceedings**... Greece: BCI.

PAZ, F. J.; RUBIN, H. B.; KIPPER, L. M. Indicadores de desempenho no modelo de gestão BSC: uma investigação nas vinícolas da região da campanha gaúcha. **Gepros – Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 13, n. 2, p. 276-298, 2018.

RANI, R. M.; ISMAIL, W. R.; ISHAK, I. An integrated simulation and Data Envelopment Analysis in improving SME food production system. **World Journal of Modelling and Simulation**, v. 10, n. 2, p. 136-147, 2014.

RUBERTO, G. et al. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. **Food Chemistry**, v. 100, n. 1, p. 203-210, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.041>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SALGADO JUNIOR, A. P. et al. Investment potential for new sugarcane plants in Brazil based on assessment of operational efficiency. **The International Food and Agribusiness Management Review**, v. 17, p. 41-64, 2014.

SANTOS, P. V. S. A indústria vinícola no Vale do São Francisco e as estratégias de inserção no mercado nacional: uma revisão bibliográfica. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 9, n. 3, p. 39-69, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2017.v9i3.317>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SANTOS, P. V. S. Aplicação do overall equipment effectiveness no sistema produtivo de uma vinícola. **Navus – Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 10, p. 1-14, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.22279/navus.2020.v10.p01-14.933>>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SANTOS, P. V. S. Metodologia Program Evaluation And Review Technique (PERT) E Critical Path Method (CPM): Uma Aplicação No Setor De Serviços. **Revista de Administração da Unimep**, v. 18, p. 71-90, 2020.

SANTOS, P. V. S.; OLIVERIA, G. B.; ARAÚJO, M. A. Crowdfunding: uma alternativa inovadora de apoio a empreendimentos. **E&G - Revista Economia e Gestão**, v. 20, p. 118-135, 2020.

SANTOS, P. V. S.; SANTOS, L. P. G. Gestão de indicadores: um estudo de caso no setor de serviços. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 4, p. 115-133, 2018.

SANTOS, P. V. S.; SILVA, E. C. Gestão estratégica da qualidade aplicada à redução de devoluções. **Navus – Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, n. 4, p. 30-48, 2019.

SEIFORD, L. M.; ZHU, J. An investigation of returns to scale in data envelopment analysis. **Omega – The Journal of Management Science**, v. 29, n. 3, p. 255-265, 1999.

SILVA, E. C.; SILVA FILHO, C. B. Utilização ambientada da metodologia FMEA e BPMN para elaboração de melhorias no serviço: estudo de caso em uma empresa do setor de *food service*. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 5, n. 1, p. 01-19, 2019.

SILVA, M. C.; ALVES, L. C. A Produção de vinhos na América do Sul – Comparativo entre Brasil e os países produtores do continente. In: ENCONTRO SEMINTUR JR., 5., Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2014.

SONG, M. et al. Environmental efficiency evaluation based on Data Envelopment Analysis: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 7, p. 4465-4469, 2012.

STOREY, J.; SISSON, K. **Managing human resources and industrial relations**. Philadelphia: Open University Press, 1993.

VICENTE, J. R. Produtividade total de fatores e eficiência no setor de lavouras da agricultura brasileira. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 9, n. 3, p. 303-324, 2013.

VILELA, D. L.; NAGANO, M. S; MERLO, E. M. Aplicação da análise envoltória de dados em cooperativas de crédito rural. **Revista Administração Contemporânea**, v. 11, n. spe 2, p. 99-120, 2007.

PEDRO VIEIRA SOUZA SANTOS

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9802-506X>

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

E-mail: pedrovieirass@hotmail.com

IZABELLA MARIA DA SILVA VIANA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8459-4181>

Mestre em Economia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: izabellam29@gmail.com

NAIANE TALITA DOS SANTOS DAMASCENO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1998-0857>

Mestranda em Engenharia e Ciência dos Alimentos pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

E-mail: naianetalita25@hotmail.com

EDUÍNA CARLA DA SILVA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9682-2452>

Bacharel em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

E-mail: eduinac@gmail.com