

PROJEÇÃO DOS PREÇOS DO CRÉDITO DE DESCARBONIZAÇÃO (CBIO) DO PROGRAMA RENOVABIO

Jaqueline Cardoso Teixeira da Silva¹; Jeniffer Léia Cardoso Teixeira da Silva²; Sidney Carlos Ferrari³

Resumo

É notório que o agronegócio tem contribuído muito para as medidas de proteção e conservação do meio ambiente, as ações para combater mudanças climáticas, como o Renovabio que visa promover o desenvolvimento sustentável através dos biocombustíveis, uma ferramenta para redução de emissões de CO₂ são fundamentais e, como forma de fomento ao setor criou-se o Crédito de Descarbonização (CBIO) um ativo ambiental comercializado na B3. Este estudo tem como objetivo propor uma predição dos preços do CBIO com base nos dados históricos de liquidez diária do ativo. As previsões foram realizadas por meio de suavização exponencial, no Excel, sendo avaliadas por meio de intervalo de confiança, desvio absoluto e desvio médio absoluto. Os resultados demonstraram que o modelo foi satisfatório na previsão dos preços nas datas selecionadas e permaneceram dentro dos limites inferior e superior do intervalo de confiança estabelecido.

Palavras-chave: Suavização exponencial; previsão; bolsa de valores.

Abstract

It is public that the agribusiness has contributed so much to protective and conservation measures of the environment, the actions to combat climate changes, like the Renovabio that aims to promote the sustainable development through biofuels, a way to reduce CO₂ emissions are fundamental, and it was created the Decarbonization Credit (CBIO) like a form of promotion the sector, an environmental asset, it is marketed on the B3. This study aims to propose a CBIO prices forecasts process based in historical data of daily liquidity of the asset. The forecasts were performed through exponential smoothing on the Excel, they were evaluated by means of confidence interval, absolute deviation and mean absolute deviation. The results demonstrated that the exponential smoothing model was satisfying in the prices forecasts on the selected dates, and they kept within the lower and upper limits of the established confidence interval.

Keywords: Exponential smoothing; forecast; stock exchange.

1 Introdução

A Lei Renovabio (Política Nacional de Biocombustíveis) dispõe sobre os objetivos de fomento aos biocombustíveis nas matrizes energéticas e de transportes nacionais, como aliados ao cumprimento das metas firmadas pelo Brasil na 21^a Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas (COP-21), promotora de ações de combate as mudanças climáticas, visando igualmente reduzir emissões de gases do efeito estufa. O Renovabio é um instrumento

¹ Mestrando em Planejamento e Análise de Políticas Públicas pela Universidade Estadual Paulista-UNESP, campus Franca; docente na Escola Técnica Laurindo Alves de Queiroz-ETEC Miguelópolis-SP. E-mail: joaopaulo_itv@hotmail.com.

² Graduanda em Tecnologias em Agronegócio pela Faculdade de Tecnologia de Ourinhos – FATEC. E-mail: jeniffer.silva7@fatec.sp.gov.br.

³ Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, professor da Faculdade de Tecnologia de Ourinhos – FATEC. E-mail: sidney.ferrari@fatecourinhos.edu.br.

legal para impulsionar o comércio de biocombustíveis e a eficiência energética nacional, que tende a contribuir igualmente para o desenvolvimento efetivo de atividades sustentáveis e, ao mesmo tempo, promover a substituição da energia fóssil por energia renovável (BRASIL, 2017; SANTOS; RODRIGUES, 2020).

Tal política de Estado define as certificações, regulamentações das partes integrantes, as determinações das metas a serem assumidas pela matriz de combustíveis, referente às reduções de emissões de gases causadores do efeito estufa, que são quantificadas e certificadas com base em aprovação de acordo com os parâmetros estabelecidos. As usinas poderão emitir Créditos de Descarbonização (CBIO) equivalentes às reduções de emissões de carbono e assim comercializá-los no mercado capitais com os distribuidores de combustíveis fósseis, sendo que, as metas de descarbonização previstas em lei, são compulsórias (BRASIL, 2017; TEIXEIRA *et al.*, 2021).

A Renovacalc, calculadora oficial do Renovabio contabiliza a intensidade de carbono de um biocombustível, nela são inseridos os dados de produção, industrialização e distribuição do biocombustível produzido, determinando o ciclo de emissões de CO₂ gerados em comparação ao combustível fóssil correspondente. O resultado da calculadora é o quanto a empresa emitiu de CO₂ neste ciclo, se a empresa emitiu, por exemplo, 46 gCO_{2e}/MJ e a emissão do combustível fóssil correspondente for de 96 gCO_{2e}/MJ a empresa receberá uma Nota de Eficiência Energético-Ambiental, que na hipótese será de 50 gCO_{2e}/MJ (MATSUURA *et al.*, 2018).

Essa nota é certificada por uma firma inspetora credenciada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, após, a nota será validada pela Plataforma CBIO que é integrada com a ANP e a Receita Federal, essa plataforma calcula a quantidade de CBIOs e disponibiliza um lastro para emissão e escrituração destes, junto às instituições financeiras contratadas para escriturar e registrar o crédito na bolsa de valores (MATSUURA *et al.*, 2018).

O Crédito de Descarbonização (CBIO) é um ativo ambiental correspondente à emissão evitada de carbono na atmosfera, sendo que 1 CBIO equivale a 1 tonelada de CO₂ não emitida, de maneira hipotética, se a empresa deixou de emitir 1 tonelada de CO₂ ela poderá emitir 1 CBIO. Os créditos são comercializado na B3, que disponibiliza o ambiente para seu registro e negociação de compra de venda. As operações de venda são realizadas por produtores ou importadores de biocombustíveis, e a compra é realizada por distribuidores de combustíveis fósseis como compensação das emissões de CO₂ uma forma de atingir suas metas anuais de descarbonização estabelecidas (MME, 2019).

O mercado em que o CBIO é transacionado exige que os profissionais sejam capazes de lidar com fatores que influenciam (ambiente econômico, político, tecnológico e ambiental) as

expectativas de preço do ativo ao longo de um determinado período, através de estratégias gerenciais esse profissional do mercado financeiro necessita antecipar essas expectativas para estabelecer o retorno financeiro satisfatório, bem como de sua valorização, ou seja, a garantia de um preço, antes da tomada de decisão, o suficiente para solver custos de produção ou superar outros custos de oportunidade.

Essas considerações conduziram ao tema central deste trabalho que consiste em apresentar técnicas de projeção dos preços dos CBIOs nos horizontes selecionados, que tem como justificativa buscar possibilidades e estímulos à adesão e manutenção do Renovabio por parte de empresas do setor de biocombustíveis e assim identificar, pelo indicador preço, se há vantagens econômicas, disponibilizando informações relevantes e mais uma ferramenta de apoio ao processo decisório.

O problema a ser resolvido no tema proposto pode ser resumido na questão: como calcular o preço futuro do CBIO por meio da série histórica das negociações realizadas? Uma hipótese a esta questão é que fazendo uso de modelos estatísticos aplicados à gestão econômica, podem proporcionar modelos analíticos que sejam precisos nas previsões futuras desses preços, como resposta se o valor satisfará o resultado financeiro esperado pelas empresas.

Portanto o objetivo é estimar o preço futuro do CBIO na bolsa de valores, de modo a estruturar uma predição de riscos e oportunidades da comercialização do crédito com base em dados históricos das variáveis.

O trabalho compreende as seguintes seções: introdução na qual são apresentados os aspectos legal, técnico e econômico do Renovabio, e como foram estabelecidas as diretrizes para a emissão e comercialização dos CBIOs, destacando-se o tema, problema, hipóteses, objetivo e justificativas. A revisão de literatura está distribuída ao longo das seções do trabalho. A metodologia trouxe as definições e aplicabilidade dos modelos utilizados para realizar as previsões e avaliação de seu desempenho e como foram coletados e selecionados os dados necessários para tal. Os resultados abrangem as análises da série temporal utilizada, dos preços e volumes negociados dos CBIOs na bolsa de valores, as previsões desses preços através do modelo de suavização exponencial e outros trabalhos que também adotaram esse modelo para previsões. As considerações da pesquisa e de seus resultados e propostas de pesquisas futuras foram apresentadas.

2 Metodologia

Os dados utilizados, para o modelo de previsão, foram retirados de uma série temporal composta pelos preços médios (média ponderada pelas quantidades negociadas) do CBIO em

negociações definitivas, selecionados de janeiro a abril de 2022 e disponibilizados no site da bolsa de valores oficial do Brasil, a B3.

Para as análises de comportamento da série, identificou-se como variável de interesse o preço médio do CBIO que variou com o tempo, verificando-se a tendência e a sazonalidade entre os períodos. Foram realizadas 444 observações, correspondente ao período de 01/07/2020 à 29/04/2022, os Gráficos 1 e 2 exemplificam o padrão de comportamento desses preços médios, relacionando o mês de novembro de 2021 ao mesmo mês no ano anterior.

A periodicidade da série foi composta por dados diários, dentre os quatro componentes de decomposição de uma série temporal, de acordo com Doane e Seward (2008), os quais são: i) tendência, ii) ciclo, iii) sazonalidade e iv) irregularidade, este último representa a série estudada, que segundo os autores, caracteriza um ruído aleatório e consiste em dados que não apresentam padrão aparente, muito comum quando se têm dados de preços diários de ações no caso em questão o ativo CBIO na B3, sendo assim os autores destacam que a utilização de suavização exponencial se torna mais indicado para realizar previsões de curto prazo, através de dados que não possuem uma tendência consistente.

As previsões foram realizadas por meio do modelo de suavização exponencial simples. Xavier (2016) explica que consiste na utilização de observações registradas, as quais recebem um peso diferente nos valores das últimas observações, aplicando-se uma constante de suavização α para a previsão. De acordo com Doane e Seward (2008) a equação abaixo representa a fórmula de cálculo do modelo:

$$F_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (1)$$

Em que:

F_{t+1} = previsão para o próximo período;

α = constante de suavização, considera-se $0 \leq \alpha \leq 1$, sendo que é dado maior peso às observações iniciais quando o valor de α é menor, para valor maior de α as observações mais recentes receberão maior peso, conseqüentemente as previsões se adequarão mais rapidamente aos dados recentes;

y_t = observação mais recente;

F_t = valor da previsão anterior.

Para a aplicação do método foram selecionados os dados de preços médios do CBIO de 05/01/2022 à 29/04/2022 para determinar a previsão, tanto dos últimos dias de cada mês quanto do primeiro dia do mês subsequente da série temporal. O método consistiu em oito repetições de previsões, para as últimas datas de cada mês e a primeira do mês subsequente, a Tabela 1 apresenta os limites inferiores e superiores determinados com base no intervalo de confiança

adotado com o coeficiente de confiança de 99%. Destaca-se que as previsões seguiram *ceteris paribus* em relação aos fatores de influência direta de mercado financeiro e negociações em bolsa de valores, ou seja, neste trabalho não foram consideradas variáveis externas, tais como taxa de câmbio, taxa de juros de mercado e tributações por exemplo, delimitando a pesquisa à análise de dados passados da série temporal.

Para avaliações mais contundentes de uma estimativa, pode-se aplicar modelos estatísticos de inferência que atribuem confiança aos resultados obtidos, tornando as previsões mais significativas. Trata-se de uma estimativa intervalar denominada intervalo de confiança em que se estabelece níveis de confiança, sendo o mais comum 95% que determina então a probabilidade de que o intervalo de confiança contenha a média populacional μ (LARSON; FARBER, 2007). O resultado é interpretado através da afirmativa de que há um percentual de probabilidade que este intervalo contenha a previsão real, conforme representação algébrica na equação 2 retirada de Bruni (2011, p. 296).

$$y = \hat{Y}_t \pm t_c \cdot S_c \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} = y = \hat{Y}_t \pm t_c \cdot S_c \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}} \quad (2)$$

Uma forma de avaliar a qualidade do modelo de previsão é o critério do desvio médio absoluto (DMA). Ele é determinado pela soma da diferença absoluta entre o valor real e o previsto em cada data-alvo dividido pelo número de previsões, conforme representação algébrica na equação 3 retirada de Bruni (2011).

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} \quad (3)$$

A suavização exponencial foi aplicada por meio de planilhas eletrônicas, uma ferramenta do Microsoft Office Excel, na qual estabeleceu-se o ponto de dados para a previsão desejada denominado data-alvo, a linha temporal utilizada foi determinada em dia, mês e ano para a realização da previsão. Utilizando-se o modelo adotado foi necessário um ajuste nas datas por meio de numeração sequencial, os valores históricos selecionados foram os preços médios das negociações definitivas de compra e venda do CBIO e a linha do tempo foi composta pelas datas anteriores a prevista representada pelo ajuste supra citado. O desvio absoluto e o intervalo de confiança para os valores da previsão, assim como os limite inferior e superior também foram aplicados no Excel.

3 Resultados

Lopes *et al* (2009) apresentaram resultados do método de suavização exponencial de Holt-Winters para cada previsão mensal de produção de álcool com base em uma série de

produção ajustada para o período de 1983 a 1988. A previsão consistiu de janeiro a dezembro de 1989 e os valores previstos nos meses selecionados ficaram dentro dos limites superior e inferior determinados, utilizando-se o coeficiente de confiança de 95%. De maio a novembro o método subestima a produção de álcool que foi dada em quantidade média de barris/dia, contudo apresentou resultados satisfatórios, sendo que em maio correspondeu ao melhor resultado previsto.

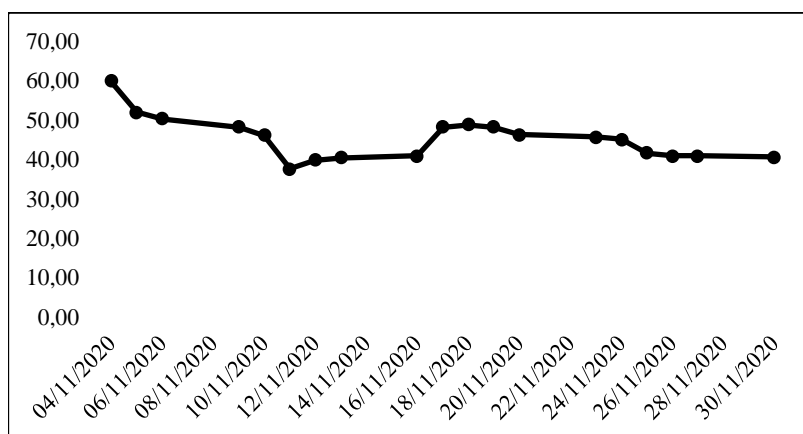
Em um estudo para avaliar o desempenho de modelos de previsão para quatro séries temporais com diferentes propriedades, Thomaz *et al* (2018) apresentaram os resultados do método de suavização exponencial simples, que demonstrou eficácia em uma das séries. Um dos indicadores que avaliou o ganho do melhor modelo foi o erro percentual absoluto médio (MAPE) menor que 5%, em uma das séries, denominada Série B, a suavização exponencial simples obteve o melhor resultado para todo o intervalo de tempo o equivalente a 17 períodos de previsão, com MAPE variando entre 2 e 4% e se comparado ao modelo que apresentou o maior erro na série foram aproximadamente 6% menor.

Lanzetta (2018) avaliou o desempenho de redes neurais e de modelos de suavização exponencial na previsão de preços da arroba do boi gordo futuro, com base nos dados diários da BM&FBOVESPA. A partir do erro médio absoluto, como indicador de desempenho, o modelo de suavização exponencial apresentou o segundo melhor resultado em um horizonte de previsões de 60 dias úteis, representando um erro médio absoluto de 5,634317, em um horizonte de 20 dias úteis foram 2,977161 o que correspondeu a sétima posição no *rank* estabelecido para os modelos, uma diferença de 0,50 aproximadamente da primeira posição. Através de comparação por taxa de acerto, os melhores resultados dos modelos de suavização exponencial foram verificados também no horizonte de 60 dias úteis com 73,24% e 71,63% de acerto e o autor concluiu que os resultados sofrem variações em relação a estes horizontes e que a combinação de modelos pode obter resultados ótimos de previsão.

Neste trabalho, considerando-se o ano de 2020, o primeiro registro de negociação definitiva do CBIO ocorreu no dia quinze de junho de 2020 ao preço médio de R\$ 50,50 sendo 200 CBIOs negociados, totalizando R\$ 10.100,00 e ao considerar o maior volume negociado, em todos os períodos, resultou em R\$ 120.107.726,80 foram 2.182.682 ativos ao preço médio de R\$ 54,85, em termos de maior valorização do preço, foi de R\$ 101,34 em março de 2022, efetivando uma liquidação total de R\$ 18.640.440,70 sendo negociados 183.931 CBIOs, o menor valor registrado foi verificado no terceiro dia de negociações efetivadas, 30/06/2020, foram R\$ 15,00 totalizando R\$ 30.000,00 de 2.000 ativos negociados (B3, 2022).

Nas análises dos preços médios ao longo dos anos foi identificado que a série não apresenta tendência ou sazonalidade, os preços não aumentam ou diminuem em períodos semelhantes, os Gráficos 1 e 2 mostram que não há um padrão de comportamento igual em um mês comparado a ele mesmo no ano anterior.

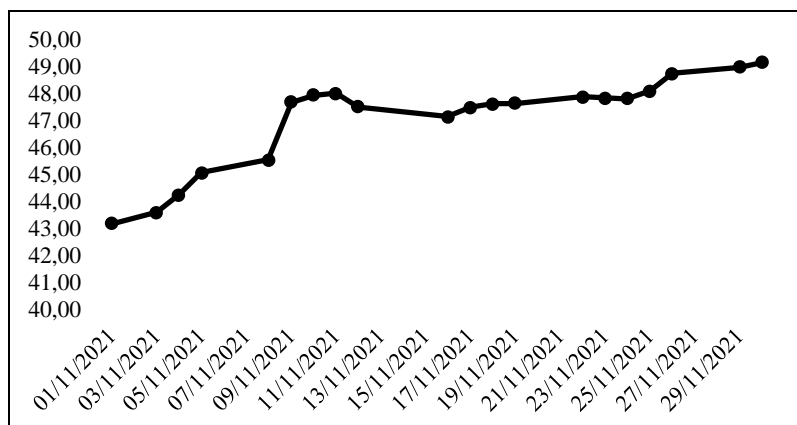
Gráfico 1- Preços médios do CBIO em negociações definitivas referente a novembro de 2020 em R\$/CBIO



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados da B3, 2022

Entraves políticos em relação a questões tributárias sobre ativos ambientais entre abril e agosto de 2020 implicaram em baixo número das negociações e dos preços do CBIO. A partir da definição das metas a serem cumpridas pelas partes obrigadas houve um aumento gradativo destes em setembro de 2020, no primeiro dia de negociações deste mês foi comercializado a um preço médio de R\$ 19,83/CBIO e no penúltimo dia de negociações R\$ 37,35/CBIO, as negociações diárias no período variaram entre aproximadamente R\$ 19,00 e R\$ 38,00/CBIO. Outro evento que implicou em negociações e preços mais baixos em novembro de 2020 foi uma ação judicial apresentada por determinada associação de distribuidores de combustíveis como uma medida para redução de suas metas, o que não foi caracterizado como precedente (AGU, 2020; BRASIL, 2020; PJE, 2020; EPE, 2021).

Gráfico 2- Preços médios do CBIO em negociações definitivas referente a novembro de 2021 em R\$/CBIO



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados da B3, 2022

Conforme apresentado na Tabela 1, as previsões mantiveram-se dentro dos limites em todas as repetições. Os horizontes de previsões em que o modelo superestimou foram os primeiros dias de março e de maio e os últimos de março e abril, logo representaram um desvio absoluto bem maior em relação aos outros preços previstos, sendo que no dia 29/04/2022 correspondeu ao maior desvio, seguido do dia 02/05/2022. O desvio médio absoluto foi de 1,029 o que representou, na média, que as previsões do modelo utilizado afastaram-se das previsões reais em valores absolutos iguais a R\$ 1,029.

Tabela 1 – Previsão dos preços médios do CBIO com o modelo de suavização exponencial

Data	Preço Médio real (R\$/CBIO)	Previsão (R\$/CBIO)	Desvio Absoluto	IC*	Limite Inferior (R\$/CBIO)	Limite superior (R\$/CBIO)
31/01/2022	70,49	70,99	0,5	5,19	65,80	76,18
01/02/2022	71,39	71,66	0,3	4,73	66,93	76,40
25/02/2022	98,89	98,74	0,2	4,10	94,64	102,85
02/03/2022	100,34	101,80	1,5	4,26	97,54	106,06
31/03/2022	92,56	94,03	1,5	2,76	91,27	96,80
01/04/2022	94,26	94,88	0,6	3,64	91,24	98,52
29/04/2022	99,38	101,46	2,1	3,31	98,15	104,77
02/05/2022	99,60	101,28	1,7	3,46	97,82	104,73

Fonte: Elaborada pelas autoras

*IC = Intervalo de Confiança de 99%

Foi possível observar que o modelo apresentou resultados satisfatórios, as melhores previsões verificadas foram nos dias 01/02/2022 e 25/02/2022, este último correspondente ao menor desvio absoluto entre todos os horizontes de previsão, a partir do intervalo de confiança de 99% que foi proposto para avaliar o desempenho do modelo de suavização exponencial. Todas as previsões permaneceram entre os limites estabelecidos, ou seja, há 99% de

probabilidade de que o intervalo de confiança contenha o preço médio futuro do CBIO, como também significa que há 1% de probabilidade de que o intervalo não contenha esse preço.

Como foi destacado na metodologia, não foram incorporados às previsões, variáveis externas, que influenciam os preços do CBIO na bolsa de valores, a exemplo das questões tributárias, problemáticas em relação as metas compulsórias de redução de emissões de CO₂ dos distribuidores de combustíveis fósseis e os custos de emissões e transações dos CBIOs, por exemplo. O método de suavização exponencial foi eficiente nas previsões com base nos valores existentes e ajustando-se adequadamente a todos os dados fornecidos, apresentando desempenho satisfatório, o que é justificável pelo intervalo de confiança de 99% onde os preços previstos mantiveram-se dentro dos limites em todos os períodos das previsões.

4 Conclusão

A previsão é uma das ferramentas de apoio à decisão e ao planejamento, uma medida para analisar um evento futuro e como este irá influenciar as decisões a longo prazo do nível estratégico das organizações, auxiliando também os outros níveis a compreender as tendências ou padrões que requerem melhores decisões. O objetivo foi adotar o modelo mais satisfatório de previsão dos preços do CBIO, haja vista, a importância deste instrumento como fomento a produção de combustíveis renováveis e contribuir para construção de medidas preventivas, dada as flutuações constantes do mercado, como também para processo decisório e gestão de recursos financeiros com base em uma previsão com menor erro possível.

O modelo de suavização exponencial aplicado mostrou-se eficaz, corroborando com a literatura pesquisada que apresenta o modelo como uma escolha ótima para séries sem tendência ou sazonalidade, e no qual não considera-se variações externas que influenciam a série temporal, fatores que poderão ser adicionados em trabalho futuro com a seleção de outros modelos de previsão que irão abranger mais indicadores para as observações passadas que afetarão a previsão futura, a relação dos preços do CBIO com a demanda e oferta de biocombustíveis e com as metas anuais dos distribuidores de combustíveis fósseis.

Agradecimentos

Agradecemos imensamente a Deus, razão da nossa existência, por estar sempre nos surpreendendo com oportunidades únicas de conquistarmos nossos sonhos, agradecemos também a nossa família e amigos, e claro nosso mestre e orientador Sidney Ferrari pelo apoio para a realização desse trabalho. Somos gratas a todos os nossos professores que são essenciais

em nossa formação profissional, grandes exemplos e inspiração para sermos profissionais de sucesso.

Referências

ADVOCACIA GERAL DA UNIÃO – AGU. **AGU mantém no STJ meta do governo para redução de gases do efeito estufa**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agu/pt-br/comunicacao/noticias/agu-mantem-no-stj-meta-do-governo-para-reducao-de-gases-do-efeito-estufa>. Acesso em: 14 abr. 2022.

BRASIL. **Lei nº 13.576 de 26 de Dezembro de 2017**. Presidência da República. Secretaria Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13576.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2013.576%2C%20DE%2026%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202017.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%A Dtica%20Nacional,RenovaBio\)%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A Ancias.&text=IV%20%2D%20contribuir%20com%20previsibilidade%20para,no%20mercado%20naci onal%20de%20combust%C3%ADveis](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13576.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2013.576%2C%20DE%2026%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202017.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%A Dtica%20Nacional,RenovaBio)%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A Ancias.&text=IV%20%2D%20contribuir%20com%20previsibilidade%20para,no%20mercado%20naci onal%20de%20combust%C3%ADveis). Acesso em: 08 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.986 de 7 de Abril de 2020**. Presidência da República. Secretaria Geral. Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L13986.htm. Acesso em: 08 set. 2021.

BRASIL BOLSA BALCÃO – B3. **CBIO - Crédito de descarbonização - Volume Negociado**. São Paulo, 2022. Disponível em: http://estatisticas.cetip.com.br/astec/series_v05/paginas/lum_web_v05_series_introducao.asp?str_Modulo=Ativo&int_Idioma=1&int_Titulo=6&int_NivelBD=2/. Acesso em: 02 mai. 2022

BRUNI, A. L. **Estatística aplicada à gestão empresarial**. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DOANE, D. P.; SEWARD, L. E. **Estatística aplicada à administração e à economia**. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2020**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/analise-de-conjuntura-dos-biocombustiveis-2020>. Acesso em: 14 abr. 2021.

LANZETTA, V. B.; MARQUES, P. V. **Uma comparação entre modelos de previsão de preços do boi gordo paulista**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, 2018. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002893508>. Acesso em: 14 abr. 2022.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística aplicada**. 2ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

LOPES, C. M. C et al. O uso de modelos de séries temporais no estudo da produção de álcool no Brasil. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, RJ, v. 70, n. 232, 2009.

Disponível em:

http://dedalus.usp.br/F/FKPGRRUBDDA1V34I1LTM66SM5D5D5GJLT4XU9XNE62ID8V6HTR-48472?func=direct&doc%5Fnumber=002872562&pds_handle=GUEST. Acesso em: 15 fev. 2022.

MATSUURA, M. I. S. F. et al. **Nota Técnica - RenovaCalc^{MD}: Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio**, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/consultas-e-audiencias-publicas/consulta-e-audiencia-publica/2018/arquivos-consultas-e-audiencias-publicas-2018/cap-10-2018/cp10-2018_nota-tecnica-renova-calc.pdf/view. Acesso em: 27 out. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Portaria Nº 419 de 20 de Novembro de 2019**. Diário Oficial da União, Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-419-de-20-de-novembro-de-2019-228863910>. Acesso em: 08 set. 2021.

PROCESSO JUDICIAL ELETRÔNICO – PJE. **Mandado de Segurança Coletivo. Associação das Distribuidoras de Combustíveis**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://epbr.com.br/wp-content/uploads/2020/11/Brasilcom-Demareste-Inicial-CBIO-2020.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2021

SANTOS, R. M. RODRIGUES, L. Renovabio e a estratégia ótima de produção e de comercialização pelas usinas de cana-de-açúcar: uma aplicação de programação linear para apoio à tomada de decisão. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL**, 58. Foz do Iguaçu, PR, 2020. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/246139.pdf>. Acesso em: 01 set. 2021.

TEIXEIRA, G. O. et al. Análise da Implantação do Programa Renovabio em uma Usina Sucroalcooleira sob a Perspectiva de Processos. In: **SIMPÓSIO EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO**, 6, Jaboticabal, SP, 2021. Disponível em: <http://sistema.sgagro.org/anais/5/pdf/277>. Acesso em: 08 set. 2021.

THOMAZ, P.S. et al. O uso de métodos de suavização exponencial na modelagem de séries temporais sem sazonalidade. **Revista de Tecnologias**, Ourinhos, SP, v. 11, n.3, 2018. Disponível em: <https://www.fatecourinhos.edu.br/retec/index.php/retec/article/view/315>. Acesso em: 08 mar. 2022.

XAVIER, J. M. N. **Análise e previsão de séries temporais com modelos arima e análise espectral singular**. Dissertação (Mestrado em Bioestatística e Biometria). Universidade Aberta, 2016. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/5873?mode=full>. Acesso em: 08 mar. 2022.