



POLÍTICAS PÚBLICAS, CONDIÇÕES DE MERCADO E A PERFORMANCE ECONÔMICO-FINANCEIRA DA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA NO BRASIL

PUBLIC POLICIES, MARKET CONDITIONS AND FINANCIAL PERFORMANCE OF THE SUGARCANE ENERGY INDUSTRY IN BRAZIL

Autor(es): Lucas Rodrigues e Luciano Rodrigues

Filiação: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)

E-mail: lucas2.rodrigues@usp.br; lurodrig@usp.br

Grupo de Trabalho (GT): GT3. Evolução, estrutura e dinâmica dos complexos agroindustriais

Resumo

Nos últimos anos, o mercado de combustíveis leves no Brasil vivenciou um período de intensas mudanças. Nesse período, a indústria sucroalcooleira brasileira experimentou um momento de crescimento intenso, sucedido de uma das maiores crises de sua história. Nesse contexto, este estudo tem por objetivo avaliar a evolução da situação econômico-financeira do setor sucroenergético no Brasil. A avaliação utiliza a análise de cluster e classificação por meio da técnica de máquina de vetor de suporte para a avaliação multidimensional dos indicadores financeiros das empresas e identificação de grupos representativos do setor. Os resultados evidenciaram que a performance financeira das companhias acompanhou as condições de mercado, as mudanças tecnológicas e, mais importante, as alterações de políticas públicas associadas ao mercado de etanol. As informações obtidas oferecem indicações importantes para a orientação dos agentes públicos e privados que atuam nesse setor, incluindo fundamentos para a regulação da recém-criada Política Nacional de Biocombustíveis no Brasil (RenovaBio).

Palavras-chave: Cana-de-Açúcar; Máquina de Vetor de Suporte; Análise de Cluster; Etanol; Performance Financeira

Abstract

In recent years, the light fuel market in Brazil has experienced a period of intense changes. During this period, the sugar cane industry experienced a moment of intense growth, followed by one of the greatest crises in its history. In this context, this study aims to assess the evolution of the economic and financial situation of the sugar-energy sector in Brazil. The assessment uses cluster analysis and the support vector machine technique for the multidimensional assessment of companies' financial indicators and the identification of representative groups in the sector. The results showed that the companies' financial performance followed market conditions, technological changes and, more importantly, changes in public policies associated with the ethanol market. The information obtained offers important indications for the guidance of public and private agents operating in this sector, including foundations for the newly created National Biofuels Policy in Brazil (RenovaBio).

Key words: Sugarcane; Support Vector Machine; Cluster Analysis; Ethanol; Financial Performance

1. Introdução

No contexto doméstico, o setor sucroenergético é notadamente um dos mais importantes do agronegócio brasileiro. A indústria de cana-de-açúcar envolve cerca de 360 unidades produtoras, 70 mil produtores rurais e 750 mil empregos diretos (MAPA, 2015; MTPS, 2015) além de apresentar um produto interno bruto (PIB) superior a US\$ 40 bilhões (Neves e Trombim, 2014).

Adicionalmente, o setor é responsável por cerca de 17,4% de toda a energia primária consumida no país (EPE, 2019) com a produção de etanol e de energia elétrica gerada a partir do bagaço e da palha da cana-de-açúcar, a chamada bioeletricidade. No mercado externo, o



Brasil também se consolidou entre os maiores produtores e exportadores de açúcar, com participação atingindo quase 50% do volume comercializado mundialmente (USDA, 2017).

Além desse protagonismo na economia brasileiro e no mercado internacional, nos últimos anos essa indústria também se destacou pela dinâmica atípica vivenciada por toda a cadeia produtiva. Após a conclusão da desregulamentação, que garantiu a liberação dos preços e o fim das quotas de produção, o setor sucroenergético apresentou crescimento surpreendente entre o início dos anos 2000 e 2008.

Nesse período, a moagem de cana-de-açúcar no país cresceu mais de 120% (UNICA, 2018), estimulada pela introdução dos veículos *flex* no mercado brasileiro, pela perspectiva de aumento no preço mundial do petróleo e pela orientação do poder público, que estabeleceu diversas medidas para a maior competitividade ao etanol, incluindo a diferenciação tributária do biocombustível em relação à gasolina, o menor imposto sobre os veículos flexíveis e a disponibilidade de recursos do BNDES¹ para a ampliação da produção nacional.

Essa tendência de crescimento intenso mudou de forma expressiva a partir da crise financeira mundial em 2008. Além da elevação do custo do crédito em um momento de elevada alavancagem financeira das empresas, o governo brasileiro passou a adotar uma política de contenção dos preços da gasolina como medida de controle inflacionário, com a redução de tributos sobre o derivado e o controle dos valores praticados pela Petrobrás domesticamente.

Esse movimento eliminou as margens do setor produtivo do etanol e estabeleceu uma crise sem precedentes na indústria sucroenergética, com a estagnação da produção, o fechamento de mais de 80 plantas produtivas e a perda de milhares de empregos (Bressan Filho, 2009; Moraes e Bacchi, 2014; Moraes *et al.*, 2014; Ramos, 2016).

Com o término das eleições presidenciais em 2014, um novo ciclo de mudança no arcabouço institucional foi observado. A partir desse momento, a diretriz visando o controle inflacionário deu lugar à preocupação com o déficit público, que havia saltado de R\$ 44,3 bilhões (1,53% do PIB) em 2008 para R\$ 343,9 bilhões (6,70% do PIB) em 2014 (BACEN, 2018). Como consequência, o governo brasileiro elevou as alíquotas de tributos federais sobre a gasolina e o etanol em níveis superiores aqueles observados antes do controle de preço.

Mais recentemente, a partir de 2016, o mercado brasileiro presenciou uma nova redefinição da política de precificação da gasolina comercializada pela Petrobrás, a qual passou a praticar reajustes periódicos de preços alinhados com as variações no preço internacional do petróleo e na taxa de câmbio. Todas essas transformações tecnológicas, comerciais e, principalmente, institucionais impactaram severamente e de maneira distinta a condição financeira das empresas produtoras do setor sucroenergético (usinas e destilarias).

Nesse contexto, esse estudo tem a intenção de caracterizar a evolução da situação econômico-financeira da indústria sucroenergética brasileira nos últimos 18 anos. Se busca estabelecer uma relação entre essa evolução e as transformações observadas nos mercados de açúcar e de etanol, com destaque para as inúmeras mudanças nas diretrizes de políticas públicas delineadas para o setor de combustíveis nos país.

O estudo se justifica pela ausência de trabalhos que explorem esse tema de forma apropriada. A maior parte da literatura disponível é baseada em avaliações pontuais, em estudos

¹ O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social é uma empresa pública federal com objetivo de direcionar financiamentos de longo prazo e investimentos em segmentos estratégicos da economia brasileira.



de caso ou em análises pouco fundamentadas conduzidas por consultorias e agentes privados (Rodrigues e Rodrigues, 2018).

O estudo conduzido por Rodrigues e Rodrigues (2018), por sua vez, apesar de ter empregado um ferramental analítico similar ao utilizado neste estudo, apresenta como restrição o reduzido horizonte temporal de análise. Os autores avaliaram informações de dois anos, permitindo apenas uma análise pontual da situação da indústria.

O presente trabalho supera essa limitação ao utilizar uma base de dados inédita composta por 1.357 demonstrativos financeiros publicados entre as safras 2001/2002 e 2018/2019. Adicionalmente, diferentes métodos de classificação das empresas foram testados, tornando o procedimento metodológico mais robusto.

A lógica adotada propõe um modelo para a classificação das empresas em grupos representativos baseada em suas características financeiras e, em seguida, analisa como a interação e reação das empresas frente às mudanças institucionais, comerciais e tecnológicas observadas nesse período desencadeou os fluxos migratórios entre os agrupamentos ao longo do tempo.

Esses resultados são particularmente importantes para investidores e instituições financeiras, uma vez que propõe parâmetros para uma avaliação objetiva das empresas.

O entedimento dessa relação e a caracterização da heterogeneidade econômico-financeiro das unidades produtoras também se destaca por oferecer fundamentos à regulação da recém-criada Política Nacional de Biocombustíveis no Brasil. A referida política, conhecida como *RenovaBio*, foi estabelecida pela Lei nº 13.576 de dezembro de 2017 e entrou em vigor a partir de 2020.

Os resultados devem permitir reflexões para questionamentos atuais no país. Como as políticas públicas favoreceram ou prejudicaram a condição financeira das empresas nos últimos anos? A situação atual do setor sugere a possibilidade de um novo ciclo de crescimento da produção? Qual o papel do setor público para que isso ocorra?

2. Metodologia

2.1. Estratégia empírica

A avaliação proposta foi inicialmente conduzida a partir da abordagem baseada em indicadores financeiros, conhecida na literatura por *Financial Ratio Analysis* – FRA. Trata-se de uma estrutura analítica consolidada nos meios acadêmico e privado, com início datado no fim do século IXX (Horrigan, 1968).

Essa técnica tem sido utilizada para identificar as áreas que demandam maior avaliação e cuidado no dimensionamento estratégico da corporação, comparar firmas distintas ou períodos diferenciados de uma mesma empresa, indicar as tendências do negócio e formular modelos quantitativos mais complexos (Elliott e Elliott, 2011; Fridson e Alvarez, 2002; Wild e Subramanyam, 2008; Barnes, 1987; Healy e Palepu, 2012).

A integração da FRA com técnicas de análise multivariadas é comum na literatura sobre o tema e se dá, por exemplo, pela aplicação de análise fatorial para agrupamento de indicadores financeiros como variáveis explicativas do desempenho operacional de empresas (Laurent, 1979; Carvalho e Bialoskorko, 2007; Campos, 2014), análise de discriminante (Altman, 1968;



Taffler, 1982; Edmister, 1972; Zuge e Neto, 2011; Altman et al., 1994), árvores de decisão e random forests (Liu et al., 2015; Frydman et al., 1985), máquina de vetor de suporte (SVM) (Zhang et al., 2015; Xie et al., 2011; Hsu e Hung, 2009), e análise de agrupamentos (Capece et al., 2010; Sook Lu, 2012; Gupta e Huefner, 1972; Salmi et al., 1986; Boillat et al., 2002; Corrar e Pohlmann, 2004; Callado et al., 2015; Angelo e Sanvicente, 1992).

No presente estudo, visando classificar as empresas em classes representativas foi utilizada a técnica de análise de agrupamentos (ou análise de cluster). Identificados os grupos representativos da indústria, as técnicas de classificação *random forest*, análise de discriminante e máquina de vetor de suporte (SVM) foram empregadas para avaliar como esses grupos evoluíram ao longo do tempo.

A estratégia adotada utiliza indicadores financeiros calculados a partir dos demonstrativos financeiros que retratam a condição das empresas em termos de liquidez, lucratividade e endividamento. Os índices financeiros tomados inicialmente foram: liquidez corrente (LC), liquidez geral (LG), margem EBIT (ME), margem EBITDA (MEA), margem bruta (MB), margem líquida (ML), retorno sobre ativos (ROA), endividamento geral (EG), endividamento oneroso (EO, ou dívida onerosa sobre receita) e despesa financeira por faturamento (DF.F). Para a definição desses indicadores, foram selecionados os índices mais recorrentes na literatura sobre o tema.

2.2. Análise de Cluster

A análise de cluster foi inicialmente adotada para identificar grupos representativos da indústria, visando caracterizar a condição econômico-financeiras do setor na safra 2009/2010. Esse tipo de técnica permite a agregação de um conjunto de objetos segundo um vetor de características, a partir de um critério formal e menos sensível a decisões subjetivas do pesquisador ou analista (Everitt et al., 2011). A escolha do ciclo agrícola 2009/2010 se deve à maior variabilidade amostral durante o período de análise.

A identificação do número ideal de grupos representativos foi baseada na inspeção visual do dendograma (Figura 1) e em diferentes índices de qualidade do processo de agrupamento (Tabela 2).

Para a implementação da análise de cluster, uma avaliação da correlação entre as séries foi realizada, eliminando os índices cuja correlação excedia o valor de 0,7. Conforme sugerido por Everitt et al. (2011), esse procedimento é indicado para manter a mesma ponderação entre os atributos utilizados na análise.

O dendograma foi construído a partir das séries padronizadas, tendo como referência o método de cluster hierárquico, a medida de dissimilaridade definida pela distância Euclidiana, e o procedimento aglomerativo proposto por Ward (Ward, 1963).

2.3. Métodos de Classificação

Os grupos definidos para a safra 2009/2010 foram adotados como padrão para a classificação dos outros anos da amostra. Assim, é possível avaliar a evolução do desempenho econômico-financeiro da indústria sucroenergética a partir da análise da composição desses grupos e, ainda, da variação das características dos mesmos ao longo do tempo.



As variáveis de *input* selecionadas para o modelo discriminante foram: liquidez corrente, endividamento geral, liquidez geral, despesa financeira por faturamento e retorno sobre ativo.

A seleção das variáveis se deu a partir do critério *stepwise forward method* (Klecka, 1980). Como regra classificatória, foram avaliados quatro métodos distintos: Discriminante Canônico de Fisher (Fisher, 1936), Análise de Discriminante Quadrático (Johnson e Wichern, 2007), *Random Forest* (Breiman, 2001) e Máquina de Vetor de Suporte (Hastie et al., 2009).

O problema abordado por estes métodos consiste em estimar uma regra ótima de classificação para as empresas dado um vetor de entrada ou características (indicadores financeiros das companhias) e a classe observada (grupos identificados na safra 2009/2010).

A qualidade da classificação dos modelos foi avaliada a partir dos critérios conhecidos como ressubstituição e *leave-one-out cross validation* (Hastie et al., 2009). A Tabela 1 apresenta os resultados de cada método de validação.

Tabela 1: Testes de qualidade da classificação.

Método	Ressubstituição	<i>Leave-One-Out</i>
Discriminante Canônico de Fisher	90,22%	86,96%
Discriminante Quadrático	93,48%	89,13%
Random Forest	88,04%	88,04%
Máquina de Vetor de Suporte	96,74%	95,65%

Uma vez que a performance do SVM foi a melhor dentre as técnicas testadas, este foi adotado para classificação das empresas ao longo dos anos. Essa técnica tem ainda a vantagem de não requerer que as variáveis sejam originadas de qualquer distribuição estatística específica. Essa propriedade é conveniente para o estudo aqui proposto, uma vez que a presença de não normalidade é frequentemente apresentada como um problema no emprego de indicadores financeiros em conjunto a técnicas de estatística multivariada (Barnes, 1987; Horrigan, 1965; 1983; Barnes, 1982; Eisenbeis, 1977).

2.4. Base de dados

O banco de dados utilizado na análise foi estruturado por meio da coleta, organização e depuração de informações obtidas em balanços auditados publicados periodicamente pelas empresas do setor sucroenergético em jornais oficiais, sites e em outros meios de divulgação.

A amostra utilizada foi composta por 138 empresas que agregam 2.427 unidades industriais em 1.357 balanços financeiros publicados ao longo das safras 2001/2002 a 2018/2019².

Cabe destacar que não foi possível manter o mesmo número de grupos econômicos em todos os anos da amostra uma vez que o período foi marcado pela criação, pela fusão/aquisição ou por pedidos de falência e recuperação judicial de empresas. A amostra obtida representa cerca de 60% da produção nacional de cana-de-açúcar em todo o período.

² Última safra com dados disponíveis até a conclusão do estudo.

3. Resultados e discussão

3.1. Análise de cluster e identificação dos grupos característicos na safra 2009/2010

A inspeção visual do dendograma gerado (Figura 1) e a coerência lógica da análise obtida levaram a seleção de 4 grupos de empresas com desempenho econômico-financeiro similar na safra 2009/2010.

A Tabela 2 apresenta o resultado dos 11 índices de verificação da qualidade do agrupamento. Em linhas gerais, 5 dos 11 critérios indicam a escolha de 5 grupos como partição ótima da amostra. Entretanto, vale notar que uma divisão igual ou superior a 5 agrupamentos levaria a classes representativas que conteriam apenas uma empresa. Essa condição, além de distorcer o cálculo dos indicadores na medida em que um determinado grupo apresentaria variância ou dissimilaridade zero, não é revestida de sentido econômico.

A fim de evitar essa distorção e manter uma maior coerência no uso da técnica para análise dos resultados apenas $k \leq 4$ grupos foram considerados. Neste caso, 4 agrupamentos é a opção ótima apontada pelos índices da Tabela 2.

Tabela 2: Índices de qualidade de cluster utilizados para determinar o número ótimo de grupos.

<i>k</i>	<i>Cali-Harab</i>	<i>Gamma</i>	<i>Duda-Hart</i>	<i>Ball-Hall</i>	<i>Ratk-Lanc</i>	<i>Dav-Bould</i>	<i>Trace {W⁻¹B}</i>	<i>Cindex</i>	<i>S-Dbw</i>	<i>Dunn</i>	<i>Marriot</i>
	Máx	Máx	Máx	Máx Diff	Máx	Min	Máx Diff	Min	Min	Máx	Máx Diff
2	27,89	0,36	0,76*	3,74	0,29	1,33	7,47	0,19	1,72	0,03	1,13
3	25,33	0,57	0,63	2,08*	0,31	1,33	6,24	0,14	1,56	0,03	1,20
4	24,23	0,67	0,62	1,34	0,29	1,34	5,36	0,12*	1,17	0,03	1,00
5	41,25*	0,69	0,52	0,68	0,37*	1,04	3,38*	0,19	0,65	0,06*	0,09*
6	39,13	0,71*	0,74	0,50	0,34	0,91*	2,99	0,18	0,52	0,06	0,09
7	35,67	0,66	0,39	0,40	0,32	1,05	2,78	0,17	0,49	0,05	0,08
8	37,20	0,69	0,72	0,30	0,31	1,00	2,39	0,16	0,38*	0,05	0,05

Nota: * Indica o número ótimo de grupos de acordo com o critério respectivo. Para mais detalhes sobre critérios para determinar o número ideal de cluster ver Desgraupes (2018), Everitt *et al.* (2011), Milligan e Cooper (1985), Dimitriadou *et al.* (2002), Halkidi *et al.* (2001), Halkidi e Vazirgiannis (2001) e Pascual *et al.* (2010).

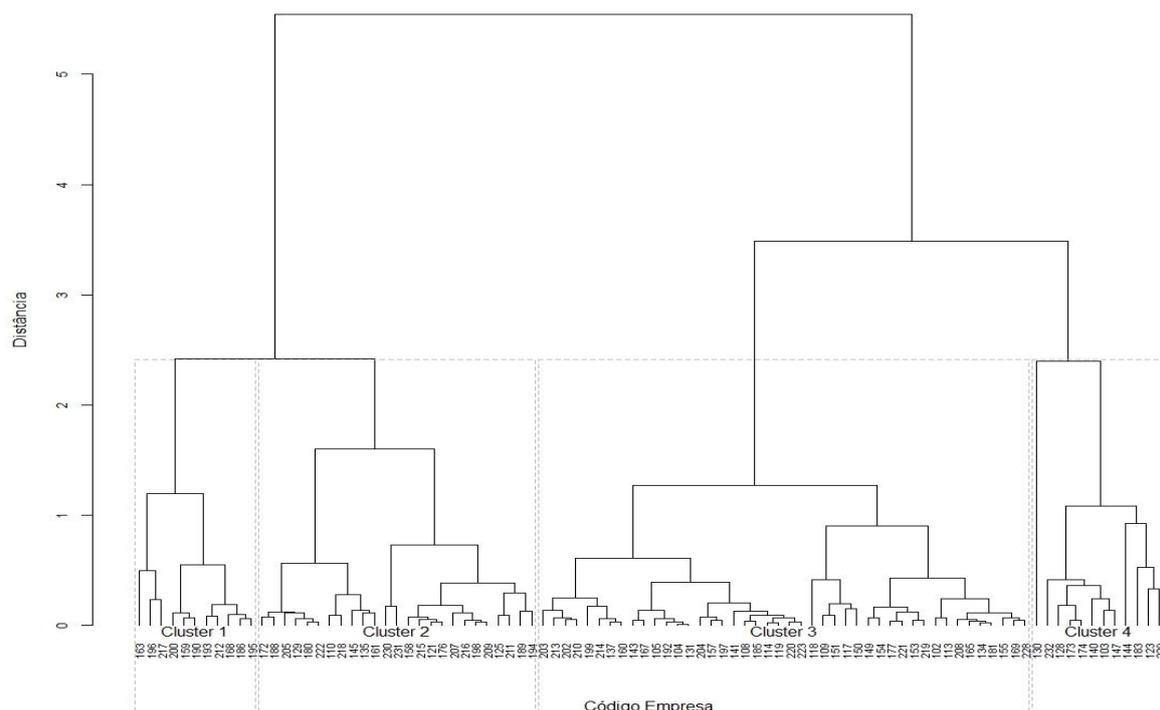


Figura 1: Dendrograma dos grupos encontrados para as empresas na safra 2009/2010.

A classificação obtida a partir da análise de agrupamentos para a safra 2009/2010 pode ser avaliada a partir da Tabela 4, que apresenta o valor médio ponderado pelo *market-share* das empresas para os indicadores em cada um dos grupos identificados.

Tabela 2: Resumo dos indicadores financeiros dos grupos na safra 2009/2010.

Tipo de Indicador	Indicador	C1	C2	C3	C4
LIQUIDEZ	Liquidez Corrente	2,16	0,94	0,49	0,47
	Liquidez Geral	1,87	1,78	1,36	0,89
LUCRATIVIDADE	Margem EBIT	0,18	-0,02	0,03	-0,50
	Margem EBITDA	0,26	0,20	0,16	-0,26
	Margem Bruta	0,27	0,13	0,17	-0,01
	Margem Líquida	0,13	0,03	-0,01	-0,47
	Retorno sobre Ativo	0,08	0,02	0,01	-0,13
ENDIVIDAMENTO	Endividamento Geral	0,56	0,61	0,74	1,17
	Endividamento Oneroso	0,58	0,93	1,24	2,03
	Juros por Receita	0,01	0,04	-0,02	0,11
MARKET-SHARE DOS GRUPOS*		12,80%	43,62%	36,41%	7,17%
NÚMERO DE USINAS NO GRUPO		11	25	44	12

**Market-share* calculado pela proporção da receita do grupo em relação ao total da amostra.

O quarto grupo (C4) tem membros (12 empresas ou 7,17% do *market-share* total) cujo desempenho econômico-financeiro está bastante comprometido. As empresas desse cluster possuem o maior endividamento da amostra, comprometendo grande parte da receita com o pagamento de encargos. O endividamento geral acima de 1 revela que o patrimônio líquido dessas companhias do grupo 4 está, em média, negativo. Além disso, a margem EBIT e margem bruta negativas, por sua vez, demonstram uma elevada ineficiência operacional ou má gestão dos custos.



Tratam-se, portanto, de empresas com problemas estruturais quanto ao financiamento e operação. O cenário para essas empresas pode ser visto como o de maior criticidade de todas as unidades da amostra.

O terceiro grupo (C3) apresenta empresas com liquidez e rentabilidade superiores aos valores do grupo C4, mas aquém dos índices registrados nas empresas do grupo C1 e C2. Esse cluster possui um nível de alavancagem alto, margens próximas a zero e liquidez baixa. Trata-se do agrupamento com a maior parte das unidades avaliadas (44 empresas), totalizando cerca de 36,41% do *market-share* amostra.

Os últimos dois agrupamentos, C1 e C2, apresentam a melhor condição do setor na safra, representando 56,42% do *market-share* da amostra (36 grupos econômicos). Embora ambos apresentem semelhanças quanto ao desempenho financeiro, o principal fator que diferencia essas empresas consiste na forma de financiamento das operações. O grupo 1 (C1) possui níveis de endividamento inferiores e com maiores prazos, o que justifica a maior liquidez corrente e os menores encargos financeiros pagos.

A Tabela 5 retrata as principais características de performance financeira de cada grupo característico do setor na safra 2009/2010.

Tabela 3: Resumo das características gerais de cada grupo.

Cluster	Descrição
1	Boas margens líquidas e operacionais; alta liquidez corrente e geral; endividamento baixo (menor da amostra); maior passivo de longo prazo.
2	Boas margens líquidas e operacionais; alta liquidez geral; endividamento moderado; maior passivo de curto prazo.
3	Baixas margens líquidas e operacionais; baixa liquidez corrente e geral; endividamento alto; maior passivo de curto prazo.
4	Margens líquidas e operacionais negativas; liquidez corrente e geral muito baixo; endividamento muito alto; maior passivo de curto prazo.

3.2. Classificação utilizando SVM e a evolução da situação econômico-financeira do setor sucroenergético brasileiro

Procurando explorar a evolução da situação econômico-financeira da indústria sucroenergética frente as condições de mercado e às políticas públicas observadas durante o período, foi avaliada a variação dos indicadores financeiros em cada agrupamento, a evolução da representatividade de cada *cluster* na amostra e como se caracterizou a migração das empresas entre os grupos. Os hiperplanos estimados como regra de classificação utilizaram o kernel linear por gerar o menor erro na validação cruzada.

Com o objetivo de permitir um encaminhamento objetivo e estruturado da análise, nas Figuras 2 e 3 são apresentadas a representatividade de cada clusters em termos de número de empresas e *market-share* dentro da amostra. As Figuras 4 a 9, por sua vez, exibem a evolução dos indicadores utilizados no processo de classificação das empresas. Ainda, os índices de endividamento oneroso e margem EBIT são apresentados afim de retratar a representatividade da dívida financeira e da performance operacional de cada agrupamento selecionado.

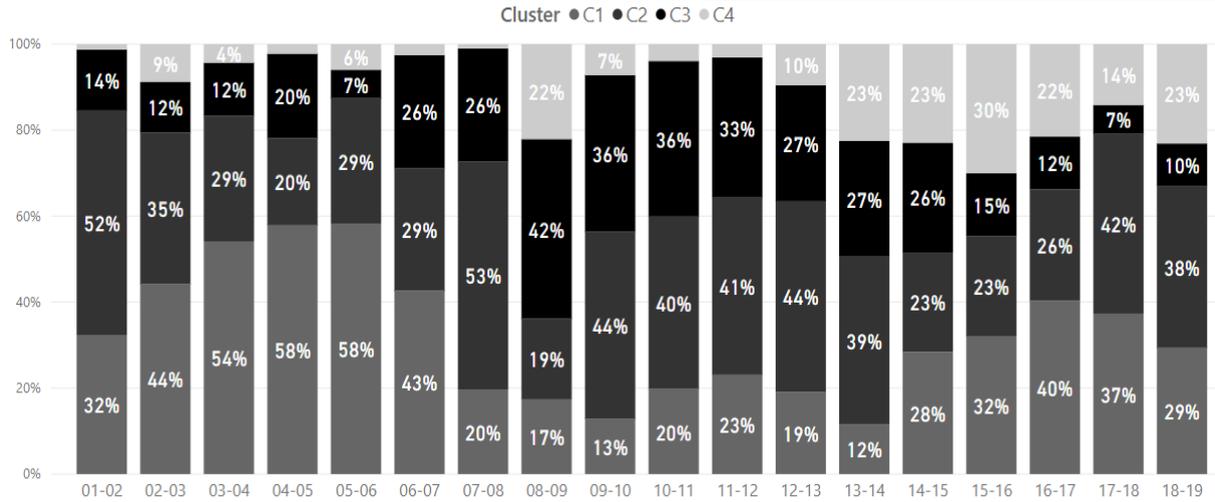


Figura 2: Market-share de cada agrupamento entre as safras de 2001/2002 e 2018/2019.

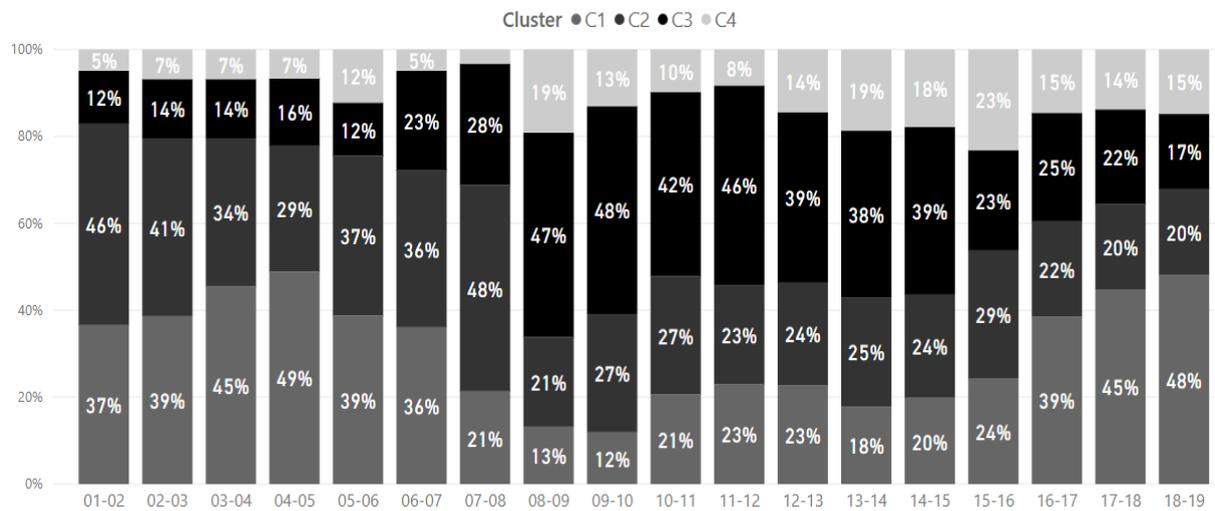


Figura 3: Representatividade do número de empresas por agrupamento entre as safras de 2001/2002 e 2018/2019.

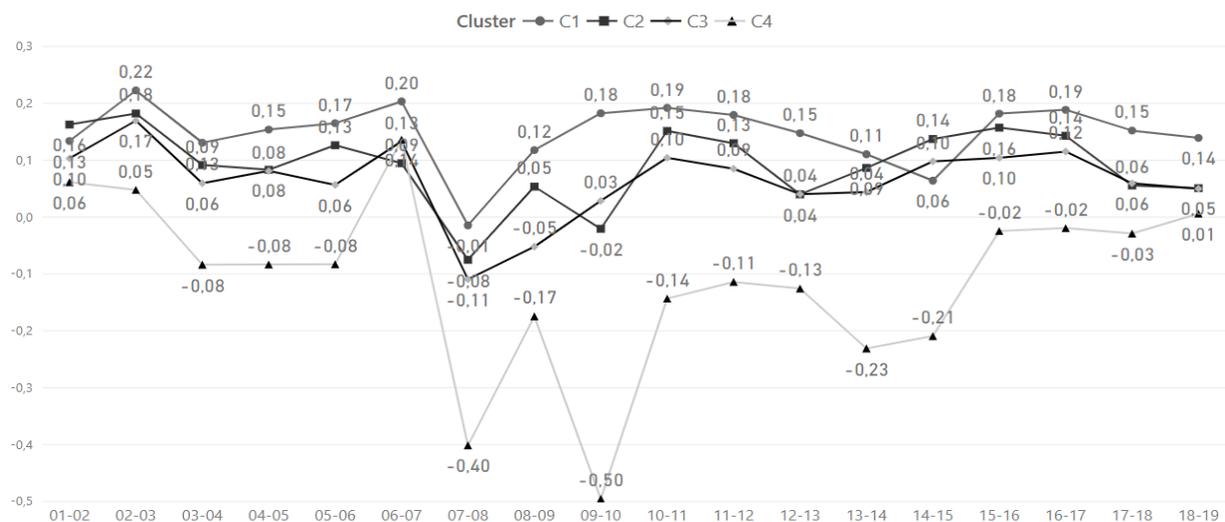


Figura 4: Margem EBIT para os grupos durante as safras de 2001/2002 a 2018/2019.

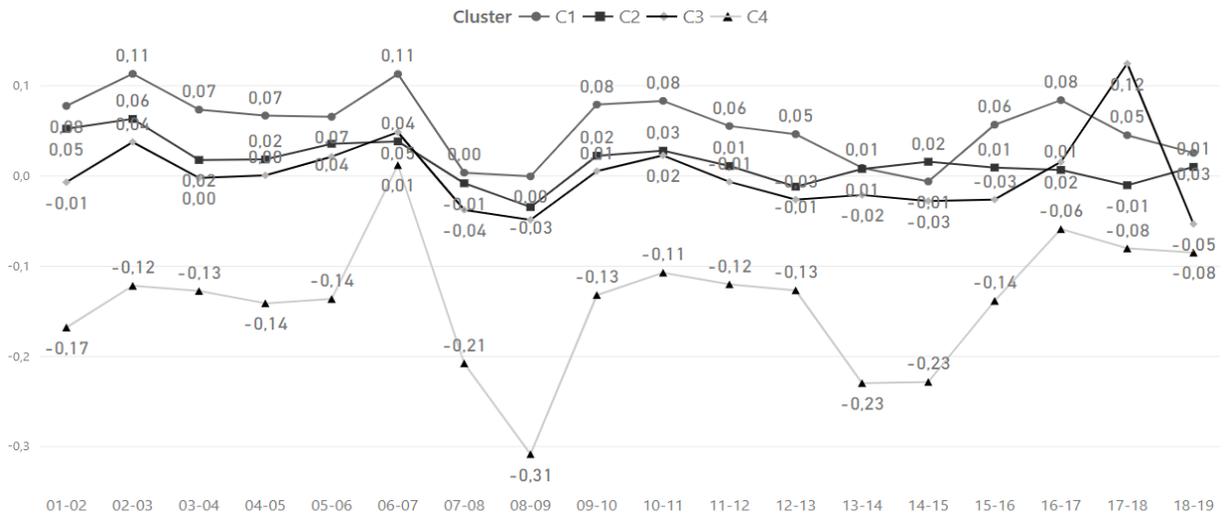


Figura 5: Retorno sobre Ativo para os grupos durante as safras de 2001/2002 a 2018/2019.

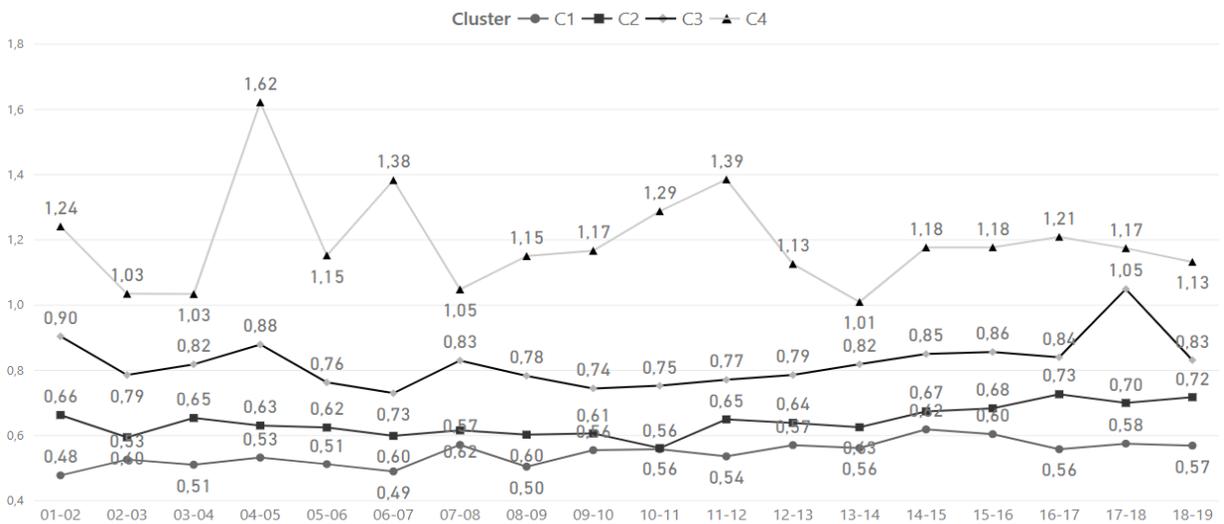


Figura 6: Endividamento Geral para os grupos durante as safras de 2001/2002 a 2018/2019.

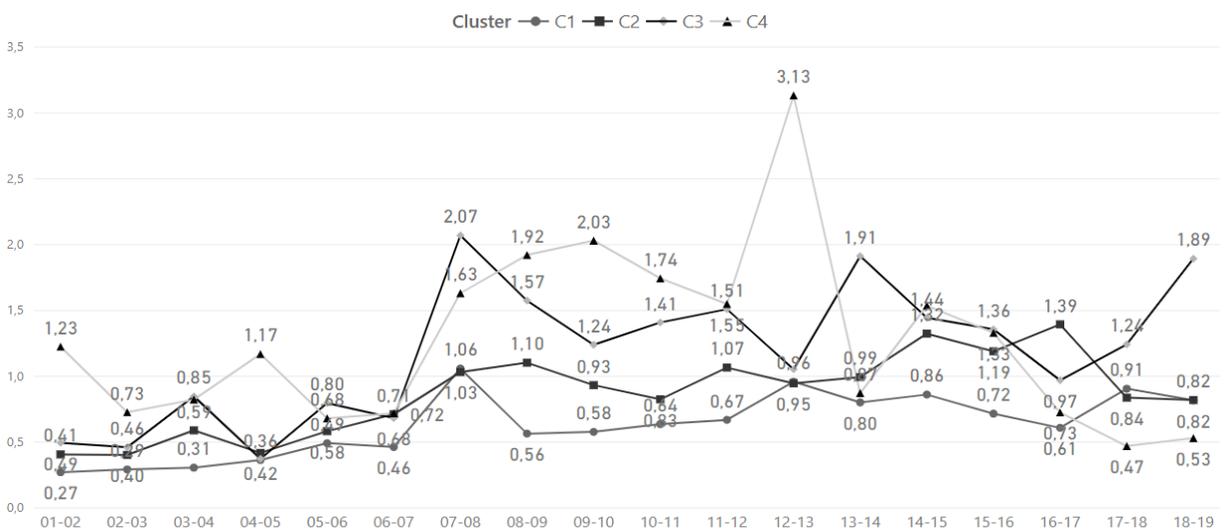


Figura 7: Endividamento Oneroso para os grupos durante as safras de 2001/2002 a 2018/2019.

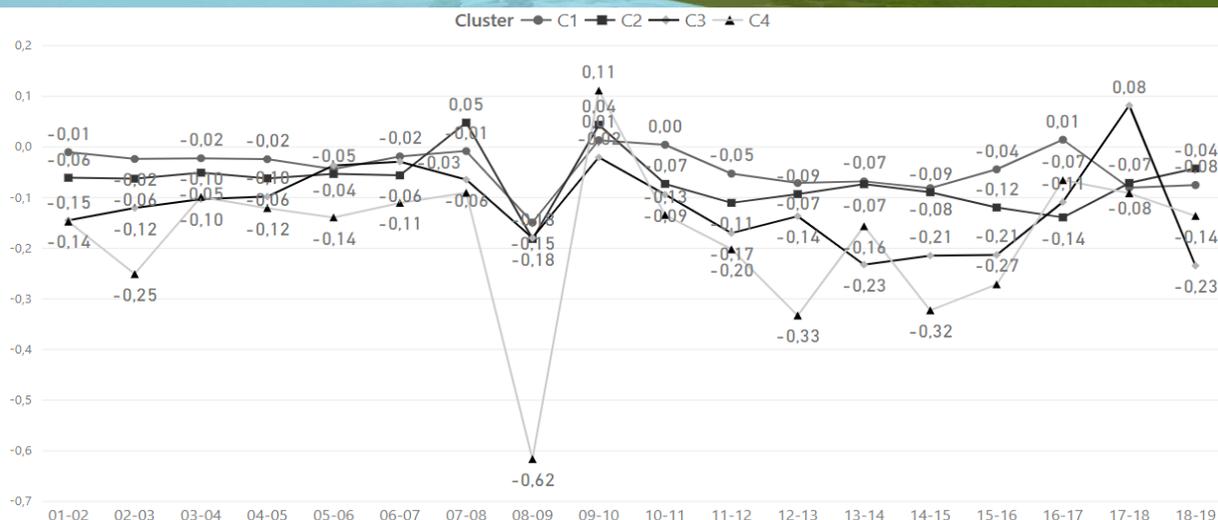


Figura 8: Juros sob Faturamento para os grupos durante as safras de 2001/2002 a 2018/2019.

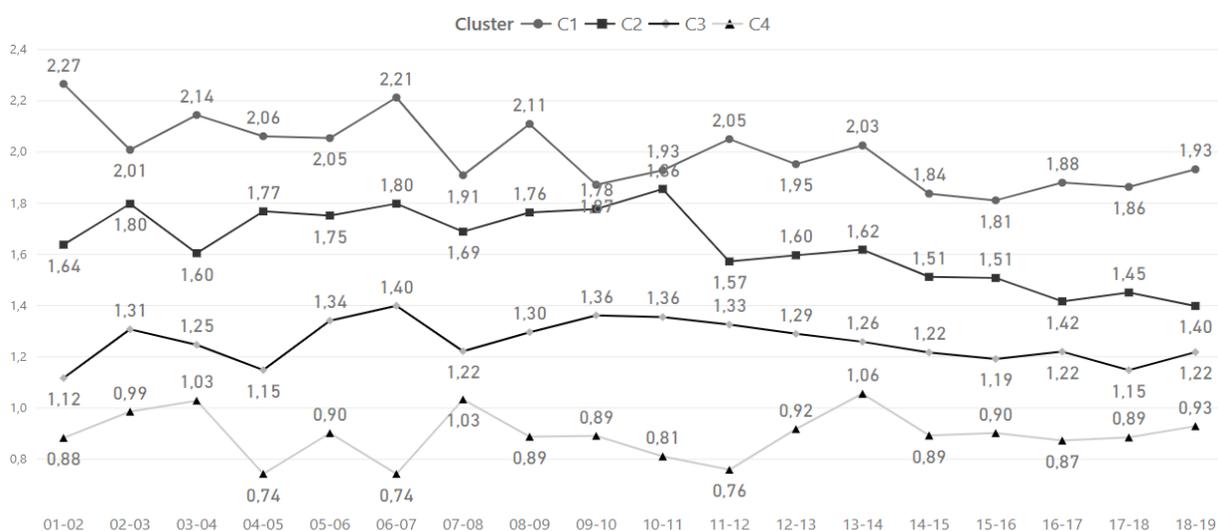


Figura 9: Liquidez Geral para os grupos durante as safras de 2001/2002 a 2018/2019.

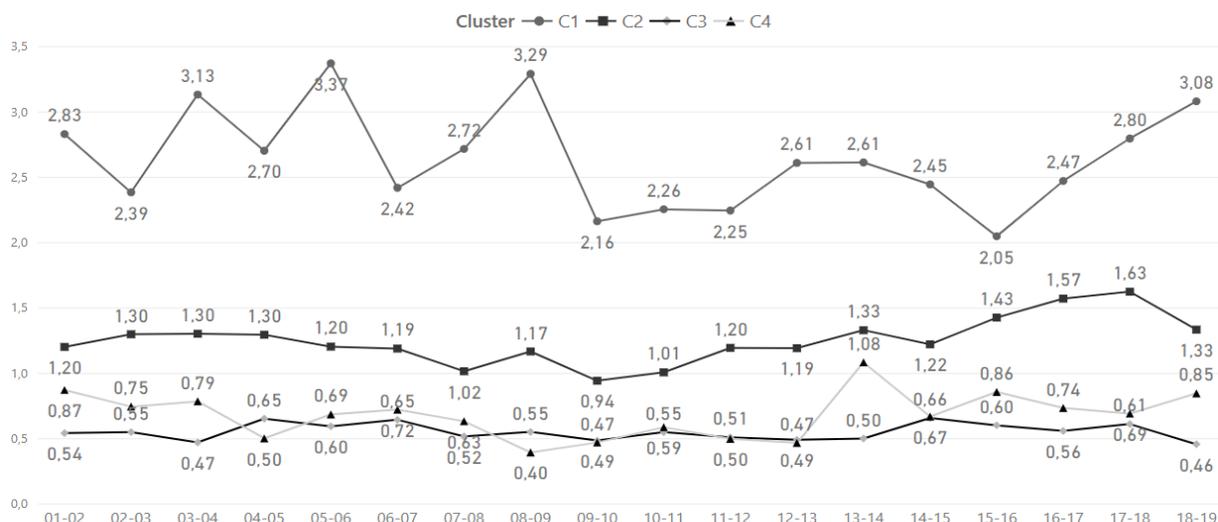


Figura 10: Liquidez Corrente para os grupos durante as safras de 2001/2002 a 2018/2019.



Como pode ser observado nas Figuras 2 e 3, até a safra 2005/2006 a proporção de empresas do setor nos agrupamentos 3 e 4 era praticamente desprezível. Nesse período, a representatividade do primeiro *cluster* cresceu até que este viesse a ser o grupo com maior número de empresas. Assim, constata-se que nesse período a maioria dos agentes produtivos desse setor encontravam-se em situação financeira favorável.

Apesar dessa condição, a partir desse momento já era possível verificar um aumento sistêmico no endividamento das empresas em melhores condições (*clusters* 1, 2 e 3), conforme apresentado na Figura 7. Corroborando a essa tendência, já na safra 2007/2008 se observou um crescimento abrupto na participação das empresas no *cluster* 3 e uma redução da representatividade do *cluster* 1.

Essa situação retrata o momento vivenciado pelo setor, caracterizado pelo fluxo intenso de investimento para a expansão da indústria. Segundo Moraes *et al.* (2014), entre 2003 e 2007 foram construídas mais de 100 unidades produtoras no Brasil, além da ampliação da capacidade de inúmeras empresas em operação. Como consequência desse movimento, a moagem de cana-de-açúcar no país passou de 358,76 milhões de toneladas na safra 2003/2004 para 495,72 milhões em 2007/2008 (UNICA, 2018). Nesse mesmo período, o consumo de etanol hidratado cresceu 309,5%, saltando 3,25 bilhões em 2003 para 13,29 bilhões de litros no final do período (ANP, 2019).

Grande parte dos recursos para essa expansão foram providos pelo setor público, por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (Neves e Trombim, 2014; Ferracioli *et al.*, 2016; Milanez e Nyko, 2012). Cabe ainda destacar que uma parte dessa ampliação da capacidade produtiva se deu por meio do uso de financiamento de curto prazo, ampliando também a representatividade no grupo 2 na amostra.

Essa expansão foi induzida por diversos fatores, com destaque para o lançamento dos veículos flex-fuel em março de 2003. A iniciativa da indústria automobilística, potencializada pela atuação do poder público por meio da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) cobrado sobre os automóveis flex, permitiu a consolidação dessa nova tecnologia no mercado brasileiro. Em apenas 4 anos após o seu lançamento, os veículos flex já representavam cerca de 90% das vendas de automóveis no País (ANFAVEA, 2018).

Essa condição fez do Brasil um caso único no mundo não apenas pelo uso do etanol hidratado em larga escala e pela presença dos veículos flex, mas também por contemplar dois combustíveis substitutos - etanol e gasolina - com sistemas de produção completamente distintos concorrendo em um ambiente de livre mercado diretamente no momento do abastecimento.

A tendência de elevação das cotações internacionais do petróleo e à diferenciação tributária estabelecida domesticamente entre o hidratado e a gasolina, estabeleceram um ambiente de negócios bastante promissor para novos investimentos em expansão da capacidade de produção do biocombustível.

Aliado a esses fatores, destaca-se ainda como indutor da expansão da indústria nesse período a disseminação do interesse mundial pelos combustíveis renováveis diante crescente preocupação mundial com a necessidade de redução das emissões de gases causadores do efeito estufa (GHG), além da expectativa de maior demanda por açúcar brasileiro diante do fim dos subsídios à produção europeia a partir de 2006 (Moraes *et al.*, 2014).



Esse movimento sofreu uma ruptura sem precedentes em 2008, com a instauração da crise financeira internacional, que reduziu a liquidez dos mercados e ampliou expressivamente o custo de crédito em um momento de elevada alavancagem da indústria sucroenergética brasileira e preços pouco remuneradores para seu produto final (Farina *et al.*, 2013).

Essa condição é retratada na análise da situação econômico-financeira das empresas. Após a safra 2006/2007, se observou um aumento expressivo da parcela do mercado correspondente ao terceiro agrupamento (C3), com queda brusca do número de empresas pertencentes ao primeiro grupo (Figuras 2 e 3). No ciclo 2007/2008, a queda do EBIT total da amostra alcançou 149%, conjuntamente a redução das margens de todos os agrupamentos. O aumento sistemático da representatividade do C4 a partir da safra 2009/2010 também evidencia a piora na condição financeira da indústria nesse período.

Para Moraes *et al.* (2017), esse cenário levou a um amplo processo de consolidação na indústria sucroenergética envolvendo cerca de um terço da produção. Essa condição envolveu a compra de empresas em dificuldades por empresas tradicionais, além da entrada de inúmeros grupos estrangeiros na indústria, incluindo *trading companies*, petroleiras e grandes grupos de outros setores.

Com isso, houve uma mudança no fluxo de investimentos do setor, que antes era direcionado à construção de novas unidades e após a crise passaram a ser empregados para a compra de empresas em dificuldade.

O momento pós-crise financeiro mundial, por sua vez, deu início a um outro período de mudanças no arcabouço institucional brasileiro, caracterizado pela intensificação do controle dos preços da gasolina no mercado doméstico. Inicialmente houve a redução dos impostos incidentes sobre o derivado e, em um segundo momento, dada a impossibilidade de novas reduções de tributos, a Petrobrás passou a praticar preços inferiores aqueles vigentes no mercado internacional, com a defasagem chegando a atingir cerca de 30% em alguns meses (Rodrigues e Bacchi, 2016). Esse movimento promoveu deterioração da competitividade do etanol hidratado e perda de quase R\$ 10 bilhões de receita anual (Veiga Filho, 2014 *apud* Ramos, 2016) em um momento de aumento constante dos custos de produção do biocombustível e de elevada alavancagem financiamento pelo setor produtivo.

Nesse cenário, não existiam incentivos econômicos para a construção de novas unidades produtoras, que, via de regra, são mais dependentes do etanol devido à pior condição logística para o escoamento do açúcar a partir das regiões onde ocorre a expansão da produção. Adicionalmente, nos anos subsequentes o setor se deparou com um período de *superávit* no mercado de açúcar, com redução nos preços recebidos pelo produtor e queda na produtividade agrícola da lavoura.

Além das adversidades climáticas comuns a qualquer setor agrícola, essa queda de produtividade foi induzida pela falta de recursos para a renovação do canavial e pela curva de aprendizagem imposta pela acelerada ampliação da colheita mecanizada visto a exigência de extinção da queima da cana-de-açúcar como prática de despalha para a colheita.

A situação descrita levou a um aumento crescente do endividamento das unidades e do custo associados ao financiamento de suas operações, com conseqüente aumento da representatividade dos grupos C3 e C4. A dívida total da amostra se elevou em aproximadamente 330% (R\$ 81,67 bilhões) no período entre 2007 e 2015. O endividamento oneroso das empresas analisadas passou de 60% para 127%.



As usinas do pior agrupamento (C4) chegaram a comprometer mais de 30% do seu faturamento com o pagamento dos serviços da dívida na safra 2014/2015. Adicionalmente, o índice de endividamento geral desse grupo permaneceu acima de 1 durante todo o período analisado, indicando a existência de passivo à descoberto. Como consequência, nota-se um elevado número de pedidos de recuperação judicial por parte das empresas pertencentes a esse agrupamento.

O grupo 3, por sua vez, o qual se encontra a maior parte das empresas da amostra, apresentaram, após o ciclo 2009/2010, um nível de endividamento que supera o faturamento anual das companhias e despesas financeiras que comprometem de 9% a 21% da sua receita. O resultado dessa situação pode ser visto por meio do indicador de retorno sobre o ativo que, a despeito da margem EBIT positiva, registrou retorno líquido de -3% na safra 2014/2015.

Até mesmo os grupos 1 e 2, considerados os mais saudáveis do setor, apresentam um quadro crítico no período pós-crise financeira. Após a safra 2009/2010, há um aumento considerável no nível de endividamento das empresas desses dois grupos, que flutua acima dos 60% do faturamento anual em todo período. Embora o retorno sobre ativo não tenha sido negativo, a alta redução das margens afetou a atratividade para novos investidores e a capacidade de investimento das empresas desses grupos.

É importante destacar que entre safras 2010/2011 e 2014/2015 pode-se ter a falsa impressão de melhora da condição da indústria devido ao aumento do *market-share* do C1 e a queda na participação do C3. Contudo, isso aconteceu primeiro porque houve uma migração de algumas empresas de C3 para C4 e, segundo, observou-se um movimento de concentração dos grandes grupos econômicos em C1 (que acaba por elevar a parcela de mercado pertencente ao grupo).

De fato, as medidas adotadas nesse período repercutiram com piora sistêmica nos índices e na composição dos grupos representativos da indústria sucroenergética. Adicionalmente, mais de 80 unidades produtoras foram fechadas entre 2008 e 2015 no Brasil (UNICA, 2018).

Após o auge do que pareceu ser uma das maiores crises da história da indústria sucroenergética brasileira, algumas mudanças começaram a ser observadas a partir do ciclo agrícola 2015/2016 nos mercados de açúcar e de etanol. Ajustes de gestão e no quadro de colaboradores das unidades produtoras e condições climáticas favoráveis acarretaram em uma melhoria na produtividade agrícola nesta mesma safra, com consequente repercussão nos custos de produção.

No tocante às mudanças no arcabouço institucional vigente, se destaca aquela relacionada ao reajuste no preço doméstico da gasolina, que passou a ser efetuado pela Petrobrás em outubro/2016 após a estatal sofrer graves prejuízos. Em julho/2017, os ajustes começaram a ser realizados diariamente para evitar a perda de *market-share* da empresa. Em 2015, se observou alterações tributárias no nível federal e em diversos estados, ampliando a diferenciação tributária existente entre etanol e gasolina. Em 2017, a ampliação do *déficit* público exigiu um novo aumento nos tributos federais sobre a gasolina. Apesar de não ser o objetivo das medidas, esse movimento ampliou a competitividade do etanol no mercado doméstico.

Por fim, os preços do açúcar recebidos pelos produtores brasileiros melhoraram substancialmente nas safras 2016/2017 e 2017/2018 devido à desvalorização do Real e ao aumento nas cotações internacionais do produto frente ao ciclo de *déficit* mundial de produção. Mesmo após a estabilização do mercado do adoçante e retorno ao novo *superávit* da oferta, no



ciclo 2018/2019, uma boa perspectiva foi mantida para o setor em função dos preços mais remuneradores do biocombustível no mercado doméstico. O preço da gasolina no Brasil, agora reflexo da cotação internacional do petróleo, deu sustentação a competitividade do etanol hidratado, que alcançou o maior pico de consumo da série histórica, com 20 bilhões de litros comercializados (ANP, 2019).

Como resultado dessas mudanças, observou-se um aumento expressivo do *market-share* do agrupamento C1 nas últimas duas safras da amostra, que passou a deter a maior parcela do mercado e o maior número de empresas como membros. Adicionalmente, ocorreu uma melhora generalizada nos indicadores de lucratividade e rentabilidade dos grupos nesse período, acompanhada de queda no endividamento da indústria - a dívida onerosa reduziu em 5,8% (R\$ 4,77 bilhões) no período, passando a representar 86% da receita das empresas da amostra.

De modo geral, pode-se afirmar que o cenário mais otimista observado entre as safras 2015/2016 e 2018/2019 permitiu uma redução da alavancagem e aumento da rentabilidade média da indústria, com muitas empresas migrando para os grupos de melhor situação financeira (grupo C1 e C2). Essas mudanças pontuais, entretanto, não foram suficientes para garantir a revitalização da indústria no médio e longo prazo, uma vez que 33% do *market-share* e 32% dos grupos econômicos se encontram em uma situação econômico-financeira ainda delicada.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos neste estudo revelaram como evoluiu a condição econômico-financeira do setor sucroenergético brasileiro nos últimos 18 anos, contraponto as mudanças observadas com a conjuntura econômica, as condições produtivas e o conjunto de políticas públicas observadas no período.

A análise dos resultados, estruturada a partir da evolução de 4 *clusters*, evidencia quatro fases determinantes para a performance financeira do setor sucroenergético. A primeira delas é marcada pela introdução da frota flex no mercado brasileiro a partir de 2003 e pelo crescimento da representatividade de C1.

A consolidação da frota flex, entretanto, impôs uma relação direta e imediata entre a receita do produtor e as condições vigentes no mercado de gasolina. Como consequência dessa mudança, nos anos posteriores diversas medidas de política econômica ou medidas voltadas ao mercado de gasolina passaram a alterar substancialmente a estrutura econômico-financeira do setor sucroenergético que, com intuito de aproveitar o momento favorável ao biocombustível havia elevado seu endividamento e reduzido a sua liquidez. Esses fatores foram fundamentais para marcar a segunda fase vivenciada pelo setor, retratadas pela ruptura na condição financeira das empresas em 2008, com a crise financeira internacional.

Como consequência desse movimento, se observou uma queda nas margens de lucro, um aumento da representatividade dos clusters com maiores dificuldades financeiras e a saída de diversas empresas da amostra devido ao intenso movimento de consolidação no setor, com a fusão e o fechamento de unidades produtoras.

No período pós crise financeira, destacado como a terceira fase determinante para a indústria, as políticas econômicas contracíclicas adotadas no país reacenderam a preocupação com o controle inflacionário. Como consequência, se viu a administração do preço dos derivados no mercado interno, desonerações de tributos sobre a gasolina e a prática de valores



internos inferiores aqueles praticados internacionalmente, conferindo, inclusive, perdas financeiras nas importações de gasolina pela Petrobrás.

Essa condição prejudicou substancialmente a situação econômico-financeira da indústria sucroenergética, aumentando o endividamento das empresas e reduzindo sua rentabilidade. Como consequência, houve o aumento da representatividade dos *clusters* C3 e C4.

A partir de 2015, entretanto, uma nova mudança na orientação econômica passar a ser observada no país. A preocupação com o controle inflacionário dá lugar à necessidade de aumento de receitas para redução do *déficit* público. Essa condição estabelece um período de aumentos recorrentes nos tributos sobre combustíveis, com maior incidência sobre a gasolina. Nesse mesmo momento, as perdas impostas à Petrobrás exigiram a implementação de uma nova política de preços domésticos para os derivados, alinhando os valores internos aqueles vigentes no mercado internacional.

Essa situação, aliada à melhoria nos preços mundiais do açúcar, é refletida na condição financeira das empresas produtoras de etanol, com redução das despesas financeiras, melhoria das margens operacionais e migração das empresas para os *clusters* com melhor saúde financeira nas safras 2015/2016 a 2018/2019.

É necessário, entretanto, destacar que na última safra analisada, 17% das empresas pertenciam ao C3 e 15% ao *cluster* C4. O primeiro trata-se do grupo que apresenta margens líquidas negativas e endividamento geral médio de 83%. Quanto ao C4, mesmo com uma melhora das margens e redução do endividamento, as empresas desse grupo ainda vivenciam uma situação totalmente insustentável para seu crescimento e, até mesmo, sua continuidade, pois operam com margens líquidas, margens operacionais e patrimônio líquido negativos.

Apesar dessa mudança, a condição econômico-financeiro observada na maior parte das empresas ao final do período deve impedir o aporte de recursos para ampliação de capacidade de produção no curto prazo uma vez que o foco das companhias está na redução da participação do endividamento na estrutura de capital.

A situação retratada sugere que investidores externos à indústria que desejam aportar recursos devem priorizar a aquisição de empresas já existentes e em condição financeira prejudicada ao invés de aporte de recursos para a construção de novas unidades produtoras. Nessa condição, a sistemática de classificação implementada ao longo desse estudo pode ser bastante útil para a realização de *benchmarking* das empresas em operação, direcionando eventuais operações de compra e concessão de crédito, além de permitir aos gestores das unidades em operação a definição de um padrão de metas e diretrizes objetivas em seu planejamento.

Por fim, cabe mencionar a expectativa de que a implementação da Política Nacional de Biocombustíveis deva estabelecer um novo marco para o setor sucroenergético ao definir uma estratégia de longo prazo para o uso de biocombustíveis no país. Essa é uma condição fundamental para o atendimento das metas de descarbonização previstas e para um novo ciclo de investimento na produção de etanol diante das alterações constantes de políticas públicas nos últimos anos, com medidas delineadas para atender a interesses, na maior parte das vezes, dissociadas da garantia do abastecimento interno.



5. Referências

- Altman, E.I. (1968). “Financial ratios, discriminant analysis e the prediction of corporate bankruptcy”. *The journal of finance* 23(4): p. 589-609.
- Altman, E.I. Marco, G. Varetto, F. (1994). “Corporate distress diagnosis: Comparisons using linear discriminant analysis e neural networks (the Italian experience)”. *Journal of banking & finance* 18(3): p. 505-529.
- ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (2018). “Estatísticas”. <http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html> (accessed November 2, 2018).
- Angelo, C.F.D. Sanvicente, A.Z. (1992). “Conduta e desempenho de empresas: uma aplicação de “cluster analysis” à segmentação da indústria do cimento”. *Estudos Econômicos* 22(1): p. 107-128.
- ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2019). “Dados Estatísticos”. <http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos> (accessed November 2, 2019).
- BACEN – Banco Central do Brasil (2018) “Séries Temporais”. <http://www4.bcb.gov.br/pec/series/port/aviso.asp> (accessed July 6, 2018).
- Barnes, P. (1982). “Methodological Implications of Non-Normally Distributed Financial Ratios”. *Journal of Business Finance e Accounting* 9(1): p. 51-62.
- Barnes, P. (1987). “The analysis e use of financial ratios: A review article”. *Journal of Business Finance & Accounting* 14(4): p. 449-461.
- Boillat, P.Y. Skowronski, N. Tuchschimid, N. (2002). “Cluster analysis: Application to sector indices e empirical validation”. *Financial Markets e Portfolio Management* 16(4): p. 467-486.
- Breiman, L. (2001). “Random Forests”. *Machine Learning* (45): p. 5-32.
- Bressan, Filho, A. (2009). “Os Fundamentos da crise do setor sucroalcooleiro no Brasil”. National Company of Supplying Report.
- Callado, A.A.C. Callado, A.L.C. Mendes, E. (2015). “Padrões de uso de indicadores de desempenho: Uma abordagem multivariada para empresas agroindustriais do setor avícola localizadas no estado de Pernambuco”. *Latin American Journal of Business Management* 6(2): p. 201-236.
- Campos, K.C. (2014). “Índice de desempenho econômico-financeiro: Melhores e piores empresas no Brasil”. *Revista de Administração da UEG, Aparecida de Goiânia* 4(3): p. 28-47.
- Capece, G. Cricelib, L. Di Pillo, F. (2010). “A cluster analysis study based on profitability e financial indicators in the Italian gas retail market”. *Energy Policy* 38(7): p. 3394-3402.
- Carvalho, F.L.D. Bialoskorko, S. (2007). “Identificação dos principais indicadores para avaliação de desempenho financeiro de cooperativas agropecuárias”. *Revista de Economia e Sociologia Rural* 45(1): p. 119-138.
- CNPE – Conselho Nacional de Política Energética (2018). “Resolução No 5, de 5 de junho de 2018”. http://www.mme.gov.br/documents/10584/71068545/Resolu%C3%A7%C3%A3o+n%C2%BA_+5_2018_CNPE.PDF/a46326ab-df5d-4d3f-ad52-b9f1ffc7ab1d (accessed July 6, 2018).
- Corrar, J.L. Pohlmann, M.C. (2004). “Análise cluster de setores da economia brasileira utilizando indicadores contábeis”. XXVIII Encontro da Associação Nacional de Programas de Pós-Graduação em Administração; p. 1-25.



- Desgraupes, B. (2018). “clusterCrit: Clustering Indices. R package version 1.2.8”. <https://CRAN.R-project.org/package=clusterCrit> (accessed January 10, 2018).
- Dimitriadou, E. Doldicar, S. Weingessel, A. (2002). “An examination of indexes for determining the number of clusters in binary data sets”. *Psychometrika* (1): p. 137-159.
- Edmister, R.O. (1972). “Financial ratios as discriminante predictors of small business failure”. *Journal of Finance* 27(1): p. 139-140.
- Eisenbeis, R.A. (1977). “Pitfalls in the application of discriminant analysis in business, finance, e economics”. *The Journal of Finance* 32(3): p. 875-900.
- Elliott, Barry. Elliott, Jamie. (2011). *Financial accounting e reporting*. 14th ed. London: Prentice Hall Financial Times.
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética (2019). “Balanço Energético Nacional 2019: Ano base 2018”. <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019> (accessed January 3, 2020).
- Everitt, Brian S. Landau, Sabine. Leese, Morven. Stahl, Daniel. (2011). *Cluster Analysis*. 5th ed. West Sussex: John Wiley e Sons.
- Farina, E.M.M.Q. Rodrigues, L. Souza, E.L. (2013). “A Política de Petróleo e a Indústria de Etanol no Brasil”. *Interesse Nacional* (1). p. 64-75.
- Ferracioli, K.G. Bacha, C.J.C. Jacomini, R.L. (2016). “Linhas de crédito do BNDES para o setor sucroenergético brasileiro”. *Revista de Política Agrícola* (3): p. 52-61.
- Fisher, R.A. (1936). “The use of multiple measurements in taxonomic problems”. *Annals of Human Genetics* 7(2): p. 179-188.
- Fridson, Martin. Alvarez, Fernando. (2002). *Financial Statement Analysis: A Practitioner's Guide*. 3th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Frydman, H. Altman, E.I. Kao, D. (1985). “Introducing Recursive Partitioning for Financial Classification: The Case of Financial Distress”. *The Journal of Finance* 40(1): p. 89-97.
- Gupta, M.C. Huefner, R.J. (1972). “A cluster analysis study of financial ratios e industry characteristics”. *Journal of Accounting Research* 10(1): p. 77-95.
- Halkidi, M. Batistakis, Y. Vazirgiannis, M. (2001). “On clustering validation techniques”. *Journal of Intelligent Information Systems* (2): p. 107-145.
- Halkidi, M. Vazirgiannis, M. (2001). “Clustering validity assessment: finding the optimal partitioning of a data set”. *IEEE International Conference on Data Mining*; San Jose.
- Hastie, Trevor. Tibshirani, Robert. Friedman, Jerome. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, e Prediction*. 2th ed. New York: Springer.
- Healy, Paul M. Palepu, Krishna G. (2012). *Business Analysis Valuation: Using Financial Statements*. 5th ed. Mason: Cengage Learning.
- Horrigan, J.O. (1965). “Some empirical bases of financial ratio analysis”. *The Accounting Review* 40(3): p. 558-568.
- Horrigan, J.O. (1968). “A Short History of Financial Ratio Analysis”. *The Accounting Review* 43(2): p. 284-294.



Horrigan, J.O. (1983). "Methodological Implications of Non-Normally Distributed Financial Ratios: A comment". *Journal of Business Finance e Accounting* 10(4): p. 683-689.

Hsu, C.F. Hung, H.F. (2009). "Classification Methods of Credit Rating - A Comparative Analysis on SVM, MDA e RST". 2009 International Conference on Computational Intelligence e Software Engineering.

Johnson, Richard A. Wichern, Dean W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 6th ed. New Jersey: Pearson Education.

Klecka, William R. (1980). *Discriminant Analysis*. 19th ed. Newbury Park: Sage Publications.

Laurent, C.R. (1979). "Improving the efficiency e effectiveness of financial ratio analysis". *Journal of Business Finance & Accounting* 6(3): p. 401-413.

Liu, C. Chan, Y. Kazmi, S.H.A. Fu, H. (2015). "Financial Fraud Detection Model: Based on Random Forest". *International Journal of Economics e Finance* 7(7): p. 178-188. <https://doi.org/10.5539/ijef.v7n7p178>

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2015). "Desenvolvimento Sustentável – Agroenergia". www.agricultura.gov.br (accessed November 10, 2016).

Milanez, Artur Yabe. Nyko, Diego. (2012). O futuro do setor sucroenergético e o papel do BNDES. in: De Sousa, Felipe Lage. *BNDES 60 anos: perspectivas setoriais*. Rio de Janeiro: BNDES; p. 62-87.

Milligan, G.W. Cooper, M.C. (1985). "An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set". *Psychometrika* 50(2): p. 159-179.

Moraes, M.L. Bacchi, M.R.P. (2014). "Etanol, do início às fases atuais de produção". *Revista de Política Agrícola* 23(4): p. 5-22.

Moraes, Márcia Azanha F. Zilberman, David. Rodrigues, Luciano. (2014). The free market: The profound changes e the new agenda. In: Moraes, Márcia Azanha F. Zilberman, David. *Production of ethanol from sugarcane in Brazil: From state intercession to a free market*. New York: Springer; p. 149-193.

Moraes, Márcia Azanha Ferraz D. Rodrigues, Luciano. Kaplan, Scott. (2017). The sugarcane industry e the use of fuel ethanol in Brazil: history, challenges, e opportunities. In: Khanna Madhu, Zilberman David. *Handbook of Bioenergy Economics e Policy: Volume II*. New York: Springer; p. 39-63.

MTPS – Ministério do Trabalho e Previdência Social (2015). "Relação Anual de Informações Sociais – RAIS". www.mtps.gov.br/dados-abertos/dados-do-trabalho (accessed November 10, 2016).

Neves, M.F. Trombim, V.G. (2014). "A Dimensão do Setor Sucroenergético: Mapeamento e quantificação da safra 2013/2014". São Paulo: FEA-RP.

Pascual, D. Pla, F. Sánchez, J.S. (2010). "Cluster validation using information stability measures". *Pattern Recognition Letters* (6): p. 454-461.

Ramos, Pedro. (2016). Trajetória e situação atual da agroindústria canavieira do Brasil e do mercado de álcool carburante. In: Santos, Gesmar Rosa. *Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas*. São Paulo: IPEA; p. 47-82.

Renovabio Committee (2018). "Diretrizes Estratégicas". <http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas> (accessed July 6, 2018).



- Rodrigues, L. Bacchi, M.R.P. (2016). Light fuel demand e public policies in Brazil, 2003-2013. *Applied Economics* (54): p. 5300-5313.
- Rodrigues, L. Rodrigues, L. (2018). “Economic-financial performance of the Brazilian sugarcane energy industry: An empirical evaluation using financial ratio, cluster e discriminant analysis”. *Biomass e Bioenergy* 108: p. 289-296.
- Salmi, T. Dahlstedt, R. Luoma, M. Laakkonen, A. (1986). “Financial ratio variability e industry classification”. *Finnish Journal of Business Economics* 35(4): p. 333-356.
- Sook Lu, Y. (2012). *A latente class cluster analysis study of financial ratios e industry classifications between Japan e Malaysia*. Japan Center for Economic Research; p. 1-52.
- Taffler, R. (1982). “Forecasting company failure in the UK using discriminant analysis e financial ratio data”. *Journal of the Royal Statistical Society* 145(3): p. 342-358.
- UNICA – União das Indústrias de Cana-de-Açúcar (2018). “UnicaData”. <http://www.unicadata.com.br> (accessed November 2, 2018).
- USDA – United States Department of Agriculture (2017). “Sugar e Sweeteners Outlook”. <https://www.ers.usda.gov> (accessed July 7, 2017).
- Ward, J.H. (1963). “Hierarchical grouping to optimize an objective function”. *Journal of the American Statistical Association* 58(301): p. 236-244.
- Wild, John J. Subramanyam, K.R. (2008). *Financial Statement Analysis*. 10th ed. New York: McGraw-Hill.
- Xie, C. Luo, C. Yu, X. (2011). “Financial distress prediction based on SVM e MDA methods: the case of Chinese listed companies”. *Quality & Quantity* (3): p. 671–686.
- Zhang, L. Hu, H. Zhang, D. (2015). “A credit risk assessment model based on SVM for small e medium enterprises in supply chain finance”. *Financial Innovation* (1): p. 1-14.
- Zuge, M. Neto, A.C. (2011). “Utilização de métodos estatísticos multivariados na avaliação do desempenho empresarial”. *Revista Paranaense de Desenvolvimento* (97): p. 101-112.