

Ação da Sustentabilidade sobre a Produção Agroindustrial Brasileira

Fábio de Oliveira Neves

fabiooneves@gmail.com

Eduardo Gomes Salgado UNIFAL/Alfenas-MG

egsalgado@yahoo.com

Breno Régis Santos UNIFAL/Alfenas-MG

sbrenoregis@gmail.com

Resumo: Pesquisadores ressaltam que as empresas agrícolas precisam integrar o conceito de sustentabilidade em suas estratégias, por meio da prática de sua cultura, que leva à convergência entre produção e sustentabilidade, uma vez que sustentabilidade agroindustrial é fator crucial no desenvolvimento do volume de produção. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo estudar quais fatores de sustentabilidade estão influenciando, no Brasil, o processo de desenvolvimento sustentável agroindustrial, representado pelo volume produtivo agrícola. Para isso, foi avaliada a influência de catorze fatores de sustentabilidade econômica, ambiental e social, na produção agroindustrial brasileira, através do ajuste de modelos de regressão múltipla. Dióxido de carbono (CO₂), Crescimento Populacional (CP) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foram os fatores que influenciaram na produção industrial do Brasil. Não houve ajuste de nenhum fator de sustentabilidade econômica na relação da produção industrial. As conclusões do presente estudo podem ser úteis para a agroindústria, como ferramenta de pesquisa em diferentes aspectos da produção agroindustrial brasileira.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Produção agroindustrial; Modelo de regressão; Fatores econômicos, ambientais e sociais.

1. Introdução

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu na década de 1970 devido a uma preocupação geral com o ambiente global, como resultado do controle da poluição na utilização crescente de fontes de materiais e de energia. Sustentabilidade significava

“o rearranjo tecnológico, científico, ambiental, de recursos humanos e sociais de tal forma que o sistema heterogêneo resultante poderia ser mantido em equilíbrio em um estado temporal e espacial, enquanto que o desenvolvimento deve atender às necessidades atuais sem comprometer a capacidade de gerações futuras, para satisfazer suas próprias necessidades”(BRUNDTLAND, 1987, BRAND, 1997, RON, 1998).

Assim, como resultado desta definição citada no relatório de Brundtland (1987), por Brand (1997) e Ron (1998), um processo de desenvolvimento sustentável arriscava-se, no processo de atividade industrial, a resultar em produtos que atendiam aos conceitos defendidos pelos autores.

Todavia, em relação ao princípio de sustentabilidade, apesar dos significativos esforços de empresas, campo e sociedade civil em sua direção, parece, ainda hoje, longe de ser atingido. O’Riordan et al. (2012) destacam algumas questões de sustentabilidade

atualmente enfrentadas por todo mundo: as crescentes desigualdades, a permanência de bilhões em pobreza, escassez de alimentos e água para alimentar uma população crescente, além do envelhecimento das populações nos chamados países desenvolvidos. Apesar das previsões sobre o impacto do clima

esobre o aumento da pressão no sistema produtivo, pesquisadores alertam que o número de sistemas naturais estão diminuindo exponencialmente e atingindo seus limites (ROSENZWEIG et al., 2008, ROCKSTROM et al.,2009). Dessa forma, a atual crise dos chamados mundos desenvolvido e em desenvolvimento passa por desafios sociais e ambientais, sendo que, em muitos países, acrescenta-se, ainda, a incerteza quanto à sua prosperidade (O'RIORDAN et al., 2012), que determina a necessidade urgente de transição para uma abordagem de cunho sociotécnico voltada à sustentabilidade (MEADOWS et al., 2004, WBCSD, 2010, SEIFFERT e LOCH, 2005; MARKARD et al., 2012).

Problemas ambientais, como perda de biodiversidade, água, ar, poluição do solo, esgotamento e uso excessivo da terra, estão comprometendo cada vez mais os sistemas de apoio à vida da Terra (ROCKSTRÖM et al., 2009; JACKSON, 2009; MEADOWS et al., 2004; WWF, 2017). Questionam-se também as expectativas sociais, como o elevado desemprego, a vulnerabilidade social e a pobreza extrema de muitos e as relações intergeracionais(BANERJEE e DUFLO, 2011; SEN, 2001; PRAHALAD, 2004). Os desafios econômicos - risco de oferta, estruturas de propriedade com defeitos, mercados desregulamentados e idiosincrasias com incentivos ineficientes - levam à instabilidade financeira e econômica de empresas individuais e de economias inteiras (JACKSON, 2009, SACHS, 2015, GEISSDOERFER, 2017).

Lidar com questões de sustentabilidade não é simples, sobretudo em um país como o Brasil de dimensões continentais,que acentuam a complexidade e ampliam as inter-relações dessas questões -*triple bottomline*. Elas estão interligadas, como a escassez de alimentos e de água, e colocam pressão sobre os recursos naturais. Conforme O'Riordan et al. (2012), os gestores deverão tomar decisões de como evitar a chegada aos limites máximos dos ecossistemas, para além dos quais os recursos naturais perderão sua capacidade de funcionar, sem alcançar o “teto próprio de subsistência da sustentabilidade”, abaixo do qual o desenvolvimento é limitado (O'RIORDAN et al., 2012). Soluções para essas questões exigirão a observação de todas as suas facetas e o engajamento de todos os atores da sociedade, incluindo os governos, a sociedade civil e o setor privado industrial (GEISSDOERFER, 2017).

O setor agroindustrial brasileiro pode ser um contributo decisivo para o estudo do desenvolvimento sustentável, uma vez que toda a sociedade se baseia na extração de recursos naturais e produção de bens e serviços e, em contrapartida a essa produção excessiva, está a satisfação das necessidades das gerações futuras. O volume agroprodutivoexerce impactos significativos na sustentabilidade. Por exemplo, dentre todas as atividades humans, é a agricultura a que demanda maior quantidade de água (IBGE, 2017). Outra razão para que a atuação do *triple bottomline* sobre o setor agroindustrial e para a agenda global de desenvolvimento sustentável seja importante é que ele se torna um ator poderoso na sociedade e pode, por isso, ter influência sobre os resultados da sustentabilidade regional e global (BATTERHAM, 2006; MORAN, 2006).

Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo geral verificar quais fatores da sustentabilidade, ou *triple bottonline*, influenciam a produção agroindustrial brasileira. O método de pesquisa utilizado é a abrangência quantitativa, por meio de um modelo de regressão múltipla. O *Software* “R” foi usado como ferramenta para a modelagem da produção agroindustrial do Brasil.

Além desta Introdução, o artigo organiza-se em quatro seções: a segunda apresenta uma revisão da literatura sobre o assunto, caracterizando a produção agroindustrial e o desenvolvimento sustentável. Em seguida, na terceira seção, é descrito o método de pesquisa utilizado, e, na quarta, apresentam-se os resultados e sua discussão. Finalmente, a quinta seção traz as considerações finais.

2. Revisão da literatura

Neste tópico apresenta-se uma breve revisão da literatura, focada nos conceitos de sustentabilidade e na produção agrícola do Brasil, além da descrição dos fatores - ambientais, econômicos e sociais - cuja influência sobre a sustentabilidade será verificada.

2.1 Sustentabilidade

As preocupações voltadas à sustentabilidade estão sendo cada vez mais frequentemente incorporadas às agendas dos formuladores de políticas e estratégias empresariais. A temática da sustentabilidade originou-se por meio do verbo francês *soutenir*, “suportar ou apoiar” (Brown et al., 1987) e sua concepção moderna teve origem na silvicultura: pelo princípio silvicultural, a quantidade de madeira colhida não deve exceder o volume que vai crescer novamente.

A aceitação do conceito pode ser monitorado e evidenciar os vários aspectos do crescente risco ambiental global, como a redução da camada de ozônio, as alterações climáticas e as perdas de biodiversidade. Esses riscos foram sistematicamente investigados desde os anos 1960, e questões foram levantadas sobre a possibilidade de manutenção, no futuro, das tendências atuais de prosperidade (Clark e Crutzen, 2005; Rockström et al., 2009) e, conseqüentemente, revelaram muitas fontes de tensão. Entre elas, por exemplo, o estoque limitado de recursos, sua distribuição geográfica desigual, sua apropriação (Georgescu-Roegen, 1977) e as implicações do processo assimilativo de capacidades dos ecossistemas em relação ao crescimento econômico (Townsend, 1993).

Dessa forma, o surgimento de tais tensões alimentou uma série de discussões de natureza complexa e dinamicamente interligada ao ambiente, à sociedade e à economia (Kates et al., 2005). Essas discussões desafiaram quadros de desenvolvimento simplificado e de suas suposições sobre o crescimento econômico.

Particularmente relevante para a difusão generalizada do termo e de sua compreensão mais contemporânea é o chamado *triple bottomline* (3BL) (Elkington, 1997), os três pilares da sustentabilidade: pessoas, lucro e planeta. Após reunião da cúpula mundial sobre o desenvolvimento sustentável, em 2002, o 3BL tem sido referido como a integração dos pilares econômico, ambiental e social. As três esferas são sistematicamente entrelaçadas, contínua e mutuamente cumulativas através da causalidade mútua e de feedbacks (McKelvey, 2002). Em outras palavras, eles agem "como interdependentes, os pilares se reforçam mutuamente (Assembleia Geral das Nações Unidas, 2005) e podem ser adaptados a uma ampla gama de contextos" (Wise, 2016).

2.2 Produção Agrícola no Brasil

Segundo Borrás, Toledo (2006), uma cadeia de produção pode ser definida como um conjunto de subsistemas que englobam fenômenos e fatos derivados de operações e que estão diretamente relacionados a acontecimentos ocorridos com subsistemas adjacentes a essa cadeia de produção. Na visão de Shingo (1996), existe um fluxo de produtos que seguem uma ordem temporal, e os processos obedecem à entrada da matéria-prima (*input*), o processamento e a saída, quando é transformada em produto final (*output*) (FIGUEIREDO et al. 2010)

Ainda, segundo Wilkinson (1999), o conceito de agroindústria surgiu como um elemento para analisar o processo da modernização agrícola do país. O propósito era identificar a crescente subordinação da agricultura às forças econômicas exógenas à atividade agrícola em si. Mas, notadamente, as empresas estavam associadas a propriedades de produção rural relacionadas à exploração econômica específica sobre atividades agrícolas, pecuárias ou extrativistas, e quase todas as tarefas necessárias eram desempenhadas no âmbito interno (LEITE, 2010)

Para Pereira (1996), a empresa agroindustrial compreende a unidade produtiva que transforma o produto agropecuário natural ou manufaturado para sua utilização intermediária ou final. Batalha e Silva (2007) apresentam sistemas agroindustriais como “o conjunto de atividades que concorrem para a produção de produtos agroindustriais, desde a produção de insumos (sementes, adubos, máquinas agrícolas etc.) até a chegada do produto final (queijo, biscoito, massas etc.) ao consumidor”. Os sistemas agroindustriais podem ser divididos em três macrosssegmentos: rural, industrial e de distribuição. O sistema agroindustrial é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira. Até o século 20, a dinâmica econômica nacional era dada essencialmente pela sucessão de ciclos de exploração de produtos primários, em que já detinham certo nível de processamento, como no caso do açúcar (FAVERET FILHO; DE PAULA, 2002, LEITE, 2010).

Callado et al. (2008) consideram que a evolução do setor agrícola nacional passa pela incorporação de diversas práticas tradicionalmente já relacionadas a organizações, indústrias, comerciais e prestadoras de serviço tipicamente urbanas. Talvez por isso, a história do Brasil e de como se formou o setor agroindustrial se confundem (LEITE, 2010)

2.3 Fatores Ambientais, Econômicos e Sociais

Nesta subseção, são apresentados os fatores estudados, utilizados para descrever o modelo. Sua escolha foi feita de maneira cuidadosa, pela análise de outros estudos - Glavas e Mish (2014) e Geissdoerfer (2017) – e de relatórios ambientais.

No Quadro 1, são apresentadas as siglas, unidades de medida que, na seção 4, serão utilizadas na apresentação e discussão dos resultados, a definição de cada fator e a plataforma de onde foram retirados, além do local onde seus dados se encontram armazenados.

3. Execução do Trabalho

A elaboração do artigo ocorreu em duas etapas: na primeira, foi realizado o levantamento de dados em quatro plataformas de dados. Para o levantamento da produção industrial brasileira, abertura de novas empresas e verificação de setores industriais, foi utilizado o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Adicionalmente, foram levantados os dados nas seguintes plataformas de dados: *Word Bank* (World Bank, 2017) – para levantamento das variáveis econômicas, sociais e ambientais; *International Energy Agency* (IEA, 2017) - onde foram levantados os dados de variáveis ambientais; Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2017) – para o levantamento dos relatórios de índice de desenvolvimento humano (IDH). Tais fatores estão apresentados no Quadro 1.

Na etapa seguinte, com os dados da produção industrial e demais variáveis, realizaram-se os testes de modelagem, utilizando como ferramenta o *software* “R”.

XI EEPA

XI ENCONTRO DE ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Anais ISSN - 2176-3097

Quadro 1: Fatores Ambientais, Econômicos e Sociais

Nome	Sigla	Unidade de Medida	Descrição	Fonte
Produção Agroindustrial	AI	Toneladas(t)	Indicador de produção física, com o objetivo de fornecer, mensalmente, uma estimativa de movimento de curto prazo do produto real da agroindústria. Seus resultados são utilizados na mensuração preliminar da taxa de variação da componente industrial do Produto Interno Bruto.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Reserva Total	RT	Dólar	Reservas totais compreendem participações em ouro monetário, direitos de saque especiais, reservas de membros do FMI detidas pelo FMI e participações em divisas sob o controle das autoridades monetárias	World Bank
Produto Interno Bruto	PIB	Dólar	PIB a preços de aquisição é a soma do valor acrescentado bruto de todos os produtores residentes na economia, acrescida de eventuais impostos sobre os produtos e subtraídos quaisquer subsídios não incluídos no valor dos produtos	World Bank
Produto Interno Bruto <i>per capita</i>	PIB _{pc}	Dólar	PIB <i>per capita</i> é o produto interno bruto dividido pela população de meados de ano	World Bank
Investimento do Exterior	IE	Dólar	Investimento direto estrangeiro é a entrada líquida de investimento para adquirir um interesse duradouro de gestão (10% ou mais das ações com direito a voto) numa empresa que opera numa economia diferente da do investidor	World Bank
Dióxido de Carbono	CO ₂	kt	Emissões de dióxido de carbono são resultantes da queima de combustíveis fósseis e do fabrico de cimento.	Centro de Análise de Informações sobre Dióxido de Carbono (CDIAC)
Emissão de Gases de Efeito Estufa	EGEE	kt	Todas as fontes de CH ₄ antropogênicas, fontes de N ₂ O e gases-F (HFC _s , PFC _s e SF ₆)	ONU

Continua

Quadro 1: Fatores Ambientais, Econômicos e Sociais

Nome	Sigla	Unidade de Medida	Descrição	Fonte
Total Recursos Naturais por Renda	RN _(totais por renda)	Dólar	Rendas totais dos recursos naturais são a soma das rendas do petróleo, do gás natural, do carvão (duras e macias), dos minerais e das florestas.	World Bank
Consumo de Combustíveis Fósseis	CF	kt	Combustível fóssil compreende carvão, petróleo, petróleo e produtos de gás natural.	Agência Internacional de Energia (IEA)
Índice de Desenvolvimento Humano	IDH	-	Índice de Desenvolvimento Humano é uma medida resumida do progresso a longo prazo, em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
População Total	PT	Milhões	População total é baseada na definição de fato da população: todos os residentes independentemente do <i>status</i> legal ou da cidadania	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Crescimento Populacional	CP	%	Taxa de crescimento anual da população para o ano t é a taxa exponencial de crescimento da população de meados de ano do ano t-1 para t, expressa em porcentagem	World PopulationProspects
Produto Interno Bruto por pessoa empregada	PIB _{pe}	Dólar	PIB por pessoa empregada é quociente entre o produto interno bruto (PIB) e o número total de empregos	World Bank
Metano	CH _{4ag}	kt	Emissões de metano são decorrentes de atividades agrícolas	Base de Dados de Emissões para a Pesquisa Atmosférica Global (EDGAR)
Óxido Nitroso	NO _{2ag}	kt	Emissões de óxido nitroso são provenientes da queima de biomassa agrícola de gado	Base de Dados de Emissões para a Pesquisa Atmosférica Global (EDGAR)

Conclui

3.2 Modelagem

Com o intuito de identificar, no volume da produção agroindustrial, em grupos que apresentassem características evolutivas comuns da AI, a influência dos fatores econômicos, ambientais e sociais, foram ajustados modelos de regressão múltipla.

3.2.1 Testes de Validação

Para a validação dos modelos de regressão múltipla, seguiram-se as seguintes passagens na análise dos resíduos:

- realização do teste de Multicolinearidade, por meio da matriz de correlação, primeiramente entre os fatores ambientais, sociais e econômicos;
- seleção dos fatores que apresentaram correlação linear não significativa entre si, com $|r| < 0,5$. Esse r assume valores entre -1 e +1 ($-1 < r < 1$);
- ajuste desses modelos e repetição do teste de multicolinearidade, dessa vez com a soma dos fatores ambientais, sociais e econômicos que entraram nos modelos ajustados, novamente com um $|r| < 0,5$;
- novo ajuste dos modelos, com utilização, em princípio, de dois critérios para sua validação: o teste anova - sendo aceito os modelos significativos ($p < 0,05$) - e o menor valor do Akaike encontrado nos diferentes modelos analisados.

3.2.2 Análise dos Resíduos

Nesse estudo, foram realizados três tipos de análise de resíduos:

- a) Teste de Normalidade - por meio do teste de Shapiro-Wilk foi verificado se os resíduos apresentavam distribuição normal;
- b) Teste de Homocedasticidade - por meio do teste de BreuschPagan, foi verificado se os resíduos eram homocedásticos e
- c) Teste de Dependência – por meio do teste de Durbin Watson, para verificar a independência dos resíduos.

Para todos os testes foi utilizado um nível de significância de 5%. Os fatores: RT, IE, PIB, PIB_{pc}, CF, EGEE, CH_{4ag} e PT não entraram em nenhum modelo. Essas covariáveis, já de início, não foram selecionadas pelo teste de colinearidade adotado com um $|r| < 0,5$.

4. Resultados e Discussões

Os fatores para os modelos de regressão múltipla, juntamente com os testes de validação, encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

4.1 O Modelo

O modelo de regressão múltipla é apresentado na Tabela 3: variáveis, coeficientes β , estimativa do erro, SE (β), parâmetro *t-student* e *valor-p* para cada fator selecionado.

TABELA 3- Modelos de regressão múltipla

Fatores	Variável	β	SE(β)	t	Valor-p
Econômicos	Intercept	5400	2030	2.656	0.01518
	PIB _{pe}	$2,13 \times 10^{+04}$	8830	2.414	0.02549
	RN _(totais renda)	$3,11 \times 10^{+07}$	$8,44 \times 10^{+06}$	3.684	0.00147
Ambientais	Intercept	468	176	2.667	0.0148
	CO ₂	0,609	0,315	1.934	0.00674
	NO _{2ag}	7550	3460	2.183	0.0411
Social	Intercept	1270,225	195,659	6.492	<0,0001
	CP	-263,147	53,795	-4.892	<0,0001
	IDH	4,439	1,876	2.366	0.0282
Híbridos	Intercept	1370	267	5.111	<0,0001
	CO ₂	-0,184	$3,40 \times 10^{-03}$	-0.540	0.0006
	CP	-304	92,8	-3.271	0.00402
	IDH	4,717	1,978	2.385	0.02768

Efetuu-se a validação dos modelos, em que se verificaram o valor do AIC, o melhor R^2_{aj} e o valor do Anova (*valor-p*) das equações encontradas. Os resíduos são homocedásticos, independentes e apresentam distribuição normal ($p > 0,05$).

TABELA 4. Testes de validação para o Modelo de Regressão Múltipla

	Valor-p SW	Valor-p Bp	Valor-p DW	AIC	R^2	R^2_{AJ}	Anova _(valor-p)
Econômicos	0.2845	0.7092	0.3736	2.489.062	0.794	0.7734	<0,0001
Ambientais	0.6404	0.8202	0.6504	2.548.302	0.7335	0.7069	<0,0001
Sociais	0.3106	0.4957	0.6243	2.431.664	0.8395	0.8235	<0,0001
Modelo	0.3162	0.4278	0.4993	2.448.162	0.842	0.817	<0,0001

4.2 Interpretação dos Modelos de Regressão Híbrido

No Brasil, considerando as variáveis CO₂ e CP fixas, ao aumentar o índice de desenvolvimento humano em uma unidade, a produção agroindustrial aumentará em 4,717. Ainda considerando CO₂ e IDH fixos, ao aumentar o crescimento populacional, a produção agroindustrial diminuirá em 304. Por fim, considerando o IDH e CP fixos, ao aumentar em 1 quilo o dióxido de carbono emitido, a produção agroindustrial brasileira diminuirá em 0,184.

$$AI = 1370 - 0,184CO_2 - 304CP + 4,717IDH \quad (1)$$

O modelo de regressão múltipla brasileiro segue a tendência de linearidade, ou seja, ao aumentar a produção agroindustrial, diminuirá a emissão de dióxido de carbono e o crescimento populacional. Todavia, diferentemente dos fatores anteriores, ao aumentar o índice de desenvolvimento humano o volume da produção agroindustrial do Brasil irá aumentar.

Dos três fatores que influenciam o modelo de regressão múltipla, nenhum é fator econômico. Embora o Brasil encontre-se, atualmente, em nono lugar no *ranking*, os fatores

econômicos não influenciam a produção industrial no modelo híbrido. Os fatores RN(totais por renda) e PIB_{pe} ajustaram no pré modelo de seleção de fatores para a Equação 1. Ainda que o Brasil seja o nono colocado no *ranking* da economia mundial, segundo o World Bank (2017), sua performance econômica sempre esteve em um patamar intermediário, e o seu melhor ranqueamento, no período estudado, foi entre os anos de 2010 e 2011 nos quais estava, respectivamente, na 37.^a e 30.^a posição. Dessa forma, embora o Brasil tenha um grande volume agroindustrial, até por sua dimensão territorial, levando-se em consideração os aspectos sustentabilidade sua competitividade industrial e seu desempenho econômico não refletem na produção industrial.

Um dos fatos interessantes mostrados pela Equação 1 é que, no Brasil, o aumento da produção agroindustrial é inversamente proporcional ao aumento do dióxido de carbono e do crescimento populacional. No que diz respeito ao crescimento populacional, há dois aspectos a serem mencionados que são retratados neste modelo matemático. Primeiramente, o processo de mecanização do campo diminuiu o contingente populacional nessa área e, conseqüentemente, potencializa a possibilidade de aumento da produtividade das atividades agroindustriais. Depois, a influência negativa do crescimento populacional frente ao volume agroindustrial é explicada pelo êxodo rural iniciado nos anos 1960. Como destacado anteriormente, no processo de mecanização, os trabalhos que eram até então realizados pelos trabalhadores rurais passaram a ser realizadas por máquinas agrícolas.

Para o fator dióxido de carbono não há relação clara entre aumento de emissão de CO₂ e processos agroindustriais, como o da produção industrial. Diferentemente de alguns gases, como o óxido nítrico oriundo das emissões de fertilizantes e do metano da produção agropastoril, o CO₂ aqui emitido é originário de funções fisiológicas. Segundo a FAO (2015), a emissão de CO₂ advindo da agricultura ocorre por meio de um efeito secundário. Com o avanço da agricultura em áreas de reservas florestais não se consegue fazer o sequestro do carbono para os ciclos fisiológicos assim como a de uma proporção equivalente a de uma floresta. Assim, a emissão do gás CO₂ que influencia o volume agroindustrial é originária do processo fisiológico das plantas, ou seja, diretamente da alteração no balanço do carbono das plantas cultivadas.

O fator índice de desenvolvimento humano influencia positivamente no volume agroindustrial. Sendo que, o período do estudo ocorre entre os anos de 1990 e 2016 em que o modelo matemático representado pela Equação 1. Nesse período, houve ampliação constante de créditos agrícolas que melhoraram a qualidade de vida no campo, fazendo com que o IDH aumentasse e, inclusive, influenciasse no aumento do volume industrial originário desses programas, já que os créditos alavancaram o financiamento da produção agroindustrial. Houve, portanto, em conjunto, aumento da qualidade de vida e da produção agroindustrial.

5. Considerações Finais

Dos dezesseis fatores estudados, apenas três influenciam na produção industrial do Brasil: dióxido de carbono, crescimento populacional e índice de desenvolvimento humano. O fator IDH tem influência positiva, já que houve melhora da qualidade de vida com a ampliação dos créditos rurais. Os outros dois fatores, CO₂ e CP, influenciam negativamente a produção agroindustrial do Brasil: o dióxido de carbono pela relação entre o processo fisiológico das plantas e do balanço do carbono dos cultivos, e o crescimento populacional pela intensa mecanização e pelo êxodo rural.

Nenhum dos fatores econômicos entrou no modelo híbrido, pois sua performance econômica encontra-se em estágio intermediário e, portanto, competitividade agroindustrial e performance econômica não refletem no volume agroindustrial levando em consideração os conceitos de sustentabilidade.

Também não entraram no modelo híbrido, devido a seus valores-p não terem sido significativos, os fatores: RT, PIB, PIB_{pe}, IE, PIB_{pc}, CF, EGEE, RN_(totais por renda), CH_{4ag}, NO_{2ag} e PT, caracterizando uma indústria de base sem investimento em sustentabilidade.

Como descrito na revisão de literatura e comprovado por meio do modelo de regressão múltipla proposto, os conceitos de sustentabilidade ainda não influenciam satisfatoriamente a produção industrial do Brasil, principalmente por ainda não terem sido incorporados culturalmente no interior das indústrias.

Espera-se que este estudo traga contribuição, sobretudo para a indústria e órgãos governamentais, como ferramenta de pesquisa em diferentes aspectos de melhoria produção agroindustrial do Brasil. Para trabalhos futuros, sugere-se fazer uma perspectiva baysiana da produção industrial, juntamente com os fatores de sustentabilidade, além de estudos etnográficos em diversos setores e regiões no Brasil.

Referências

- BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O. (Coord.) *Gestão agroindustrial*. GEPAL: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- BORRÁS, M. A. A.; TOLEDO, J. C. A. Coordenação de Cadeias Agroindustriais: garantindo a qualidade e competitividade no Agronegócio. In: ZUIN, L. F. S.; QUEIROZ, T. R. *Agronegócios: gestão e inovação*. São Paulo: Saraiva, 2006.
- BROWN, B.J., HANSON, M.E., LIVERMAN, D.M., MERIDETH JR., R.W. Global sustainability: Toward definition. *Environmental Management*, v.11, n.6, p.713-719, 1987.
- BRUNDTLAND, G.H., 1987. Our Common Future. World Commission on Environment and Development, Oxford, UK, 1987.
- CALLADO, A. L. C.; CALLADO, A. A. C.; ALMEIDA, M. A. A utilização de indicadores de desempenho não-financeiros em organizações agroindustriais: um estudo exploratório. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v.10, n.1, 2008.
- CLARK, W., CRUTZEN, P. Science for global sustainability: toward a new paradigm. *KSG Working Paper*, 120, p.1-28, 2005.
- ELKINGTON, J. Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business, *Oxford, Capstone*, 1997.
- FAVERET FILHO, P.; DE PAULA, S.R.L. A Agroindústria. In: *BN-DES 50 Anos – Histórias Setoriais*. RIBEIRO, A.D. (Ed.). BNDES, Dezembro, 2002. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Paginas/livro_bndes_setorial.html>. Acesso em: 20 julho de 2009.
- FIGUEIREDO, C.J.J., SARMENTO, B.C., SILVA, M.H.L., PEREIRA, W.M.A., CHAVES, A.L.F. O Desenvolvimento Sustentável na Agricultura: O caso de um sistema agroindustrial. *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)* São Carlos-SP, 2010.
- GEISSDOERFER, M., SAVAGET, P., BOCKEN, N.M.P., HULTINK, E.J. The Circular Economy e A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, v.143, n.1, p.1-12, 2016.
- GEISSDOERFER, M., SAVAGET, P., BOCKEN, N.M.P., HULTINK, E.J. The Circular Economy e A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, v.143, n.1, p.1-12, 2016.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. Inequality, limits and growth from a bioeconomic viewpoint. *Review of Social Economy*, v. 35, n.3, p. 361-375, 1977.
- GLAVAS, A., MISH, J. Resources and Capabilities of Triple Bottom Line Firms: Going Over Old or Breaking New Ground?. *Journal of Business Ethics*, v. 127, n.3, p. 623-642, 2015.
- IEA, International Energy Agency, Índices de Indicadores Energéticos. Disponível em: <<http://www.iea.org/>>. Acesso em: 16 janeiro de 2017.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2017.
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>, acessado em janeiro/2017.
- JACKSON, T. Prosperity without Growth. *Economics for a Finite Planet*. Earthscan, London, New York, 2009.
- KATES, R.W., PARRIS, T.M., LEISEROWITZ, A.A. What is sustainable Development? Goals, indicators, values, and practice. *Environmental: Science and Policy for sustainable development*, v. 47, n.3, p. 8-21, 2005.
- LEITE, L.R. Sustentabilidade no Setor Agroindustrial – uma análise das principais empresas do ramo alimentar com atividades na BOVESPA. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis-SC, 2010.
- Mckelvey, B., 2002. Managing Coevolutionary Dynamics. 8th EGOS Colloq.
- Meadows, D.H., RANDERS, J., MEADOWS, D.L. The Limits to Growth. The 30-year Update. *Routledge, London*, 2004.
- O'RIORDAN, T., LEISEROWITZ, A.A., MCGOWAN, A.H., CUTTER, S.L. Rio + 20: An endangered species? *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v. 54, n.2, p.44-51, 2012.
- PEREIRA, E. Controladoria, gestão empresarial e indicador de eficiência em agribusiness. In: MARION, J. C. (Coord.). *Contabilidade e controladoria em agribusiness*. São Paulo: Atlas, 1996.
- PNUD, Program of the United Nations for the Environment. Relatório ambiental. Disponível em: <<http://www.pnuma.org/>>. Acesso em: 16 fevereiro 2017.
- ROCKSTROM, J., STEFFEN, W., NOONE, K., PERSSON, A., CHAPIN, F.S., LAMBIN, E.F., LENTON, T.M., SCHEFFER, M., FOLKE, C., SCHELLNHUBER, H.J., NYKVIST, B., DE WIT, C.A., HUGHES, T., VAN DER LEEUW, S., RODHE, H., SORLIN, S., SNYDER, P.K., COSTANZA, R., SVEDIN, U., FALKENMARK, M., KARLBERG, L., CORELL, R.W., FABRY, V.J., HANSEN, J., WALKER, B., LIVERMAN, D., RICHARDSON, K., CRUTZEN, P., FOLEY, J.A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature*, v.461, n.295, p.472-475, 2009.
- SEIFFERT, M., LOCH, C. Systemic thinking in environmental management: support for sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n.12, p.1197-1202, 2005.
- SEN, A. Development as Freedom. *Oxford University Press*, 2001.
- SHINGO, S.O. Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. 2. ed. *Bookman*, 1996.
- WILKINSON, J. Cadeias produtivas para a agricultura familiar. *Revista de Administração da UFLA* v.1, n.1, p.34-41, 1999.
- WISE, N. Outlining triple bottom line contexts in urban tourism regeneration. *Cities*, v.53, n.3, p.30-34, 2016.
- WORLD BANK. World Development Indicators. Washington, D.C.: The World Bank (producer and distributor). <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>. Acesso Janeiro/2017.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD), 2010. Vision 2050. *The New Agenda for Business*. Conches-Geneva.