

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO - PPGDS
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO**

BERTO VARMEILING

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, TECNOLOGIA E
ORGANIZAÇÕES AGROINDUSTRIAIS: REVISÃO, REFLEXÕES
E SUBSÍDIOS PARA INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Socioeconômico

Orientador: Dr. Miguelangelo Gianezi

Coorientador: Dr. Sílvio Parodi Oliveira Camilo

**CRICIÚMA
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

V316d Varmeling, Berto.

Desenvolvimento sustentável, tecnologia e organizações agroindustriais : revisão, reflexões e subsídios para indicadores de sustentabilidade / Berto Varmeling. - 2018.

100 p. : il.; 21 cm.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico, Criciúma, 2018.

Orientação: Miguelangelo Gianezini.

Coorientação: Sílvio Parodi Oliveira Camilo.

1. Agroindústria. 2. Inovações agrícolas. 3. Mudanças tecnológicas. 4. Desenvolvimento sustentável. I. Título.

CDD 23. ed. 338.1

BERTO VARMEILING

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, TECNOLOGIA E
ORGANIZAÇÕES AGROINDUSTRIAIS: REVISÃO,
REFLEXÕES E SUBSÍDIOS PARA INDICADORES DE
SUSTENTABILIDADE**

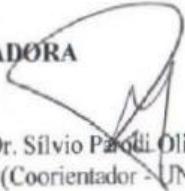
Esta dissertação foi julgada e aprovada para obtenção do Grau de Mestre em Desenvolvimento Socioeconômico no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Criciúma, 28 de Março de 2018.

BANCA EXAMINADORA



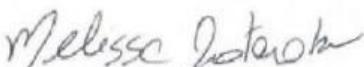
Prof. Dr. Miguelangelo Gianezini
(Orientador - UNESC)



Prof. Dr. Sílvio Paoli Oliveira Camilo
(Coorientador - UNESC)

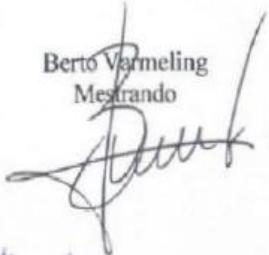


Prof.ª Dr.ª Paloma de Mattos
Fagundes
(Membro - UFSM)

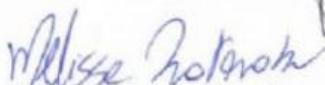


Prof.ª Dr.ª Melissa Watanabe
(Membro - UNESC)

Prof. Dr. Rafael Rodrigo Mueller
(Membro - UNESC)



Berto Varmeling
Mestrando



Prof.ª Dr.ª Melissa Watanabe
Coordenadora do PPGDS - UNESC

Dedico este trabalho a minha família, em especial, a minha esposa e filhos. A minha mãe e ao meu pai *in merorian* que não me deixaram desistir dos estudos.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos vão para o meu orientador, o professor doutor Miguelangelo Gianezini, pela compreensão, paciência e suas sábias orientações.

Ao professor doutor Sílvio Parodi Oliveira Camilo, o coorientador, pelas observações críticas e considerações pertinentes a evolução deste trabalho.

As professoras componentes da banca avaliadora, professoras doutora Melissa Watanabe e doutora Paloma de Mattos Fagundes, pelas valiosas contribuições.

Em especial, aos professores (as) do programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico (PPGDS), pelos momentos de enriquecimento intelectual. Aos colegas de caminhada, agora mestres, que proporcionaram e compartilharam desafios e momentos de tensão e alegrias durante este desafiante percurso.

Ao Grupo de pesquisa em Estratégia, Competitividade e Desenvolvimento (GECOMD) e à UNESC-Universidade do Extremo Sul Catarinense, por contribuir com a pesquisa, o ensino e a extensão.

“Saber não ocupa espaço.”
Provérbio Popular

RESUMO

Esta pesquisa permeia o Desenvolvimento Socioeconômico, sendo elaborada dentro de um viés interdisciplinar, considerando a necessidade do auxílio da ciência de diversas disciplinas, em decorrência da abrangência de sua temática. Dentro dos ciclos (ou períodos) históricos, a agricultura foi incorporando às suas práticas a tecnologia disponível em cada época, que geralmente contribuía nas atividades laborais e no desempenho. Essa mescla (agricultura e tecnologia) se mostra como um fator de relevância nos processos agroindustriais contemporâneos, que precisam se desenvolver sob premissas sustentáveis. Desta maneira, partindo da metodologia do *Triple Botton Line* (TBL) e discussões recorrentes sobre a dualidade tecnológica, este estudo teve por objetivo compreender os desdobramentos do desenvolvimento sustentável associado à tecnologia no campo do agronegócio e sua incorporação na dinâmica das organizações agroindustriais. Em complemento, pretendeu-se: descrever a relevância do agronegócio e da agroindústria no Brasil; averiguar o estado da arte da adoção/emprego da tecnologia voltada a sustentabilidade ambiental na agroindústria; e apresentar subsídios para reflexão e elaboração de proposta/modelo de indicador de sustentabilidade tecnológica para as agroindústrias. Quanto aos procedimentos metodológicos, esta pesquisa enquadra-se como bibliográfica e bibliométrica, de caráter exploratório com abordagem predominantemente qualitativa. No que tange os resultados, apresenta-se o desempenho pregresso do setor agroindustrial contextualizado ao cenário brasileiro, trazendo dados do PIB e uma breve performance do setor com os saldos da balança comercial, além de demonstrar o potencial futuro, com projeções em uma conjuntura internacional. Com os dados da pesquisa bibliométrica, traçou-se um panorama das publicações sobre sustentabilidade e tecnologia em conexão com a agroindústria. Com isso, evidenciou-se a aplicação de diferentes tecnologias sustentáveis, analisadas e categorizadas cujos achados teóricos foram contrapostos ao final. Alicerçados na metodologia do TBL e nos dados evidenciados no estado da arte, buscou-se fornecer subsídios e elementos para conformação de uma proposta/modelo de indicadores de sustentabilidade que contemple os aspectos tecnológicos da agroindústria.

Palavras-chave: Dinâmicas Organizacionais; Agronegócio; Mudança tecnológica; *Triple Botton Line*.

ABSTRACT

This research permeates the Socioeconomic Development, elaborated within an interdisciplinary bias, considering the necessity of the aid of the science of several disciplines, due to the scope of its thematic. Within the historical cycles (or periods), agriculture was incorporating into its practices the technology available in each era, which generally contributed to labor activities and performance. This mix (agriculture and technology) shows as a factor of relevance in contemporary agroindustrial processes, which needs to be developed under sustainable premises. Thus, starting from the Triple Bottom Line (TBL) methodology and recurrent discussions on technological duality, this study aimed to understand the unfolding of sustainable development associated with technology in the field of agribusiness and its incorporation in the dynamics of agroindustrial organizations. In addition, it was intended to: describe the relevance of agribusiness and agribusiness in Brazil; to ascertain the state of the art of the adoption / employment of the technology focused on environmental sustainability in the agroindustry; and present subsidies to reflection and elaboration of proposal / model of indicator of technological sustainability for agroindustries. As for the methodological procedures, this research is classified as bibliographical and bibliometric, of an exploratory nature with a predominantly qualitative approach. Regarding the results, the past performance of the agroindustrial sector contextualized to the Brazilian scenario is presented, bringing GDP data and a brief performance of the sector with trade balance balances, as well as showing the future potential, with projections in an international context. With the data of the bibliometric research, a panorama of the publications on sustainability and technology in connection with the agroindustry was traced. With this, the application of different sustainable, analyzed and categorized technologies was evidenced whose theoretical findings were countered at the end. Based on the methodology of the TBL and the data evidenced in the state of the art, it was tried to provide subsidies and elements for conformation of a proposal / model of indicators of sustainability that contemplates the technological aspects of the agroindustry.

Keywords: Organizational Dynamics; Agribusiness; Technological change; Triple Bottom Line.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas da busca Sistemática	33
Figura 2 - Proposta de Categorias do Agronegócio	35
Figura 3 - Linha do tempo do Desenvolvimento Sustentável	43
Figura 4 - Sustentabilidade e as suas dimensões	47
Figura 5 - Dimensões do triângulo de sustentabilidade.....	59
Figura 7 - Balança Comercial do Agronegócio Brasileiro	63
Figura 8 - Dados brasileiros da balança comercial.....	64
Figura 9 - Projeção - Exportação de Produtos Agrícolas em 2024/25	65
Figura 10 - Esquema sistêmico da Agroindústria	67
Figura 11 - Evolução do número de publicações (1997-2017)	71
Figura 12 - Estudos realizados por País	72
Figura 13 - Categorização das Tecnologias do estudo	73
Figura 14 - Nuvem de palavras da pesquisa bibliométrica.....	77
Figura 15 - Subsídios para modelo/proposta de indicador	82
Figura 16 - <i>Framework</i> com elementos componentes do IST.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conceitos de Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade	45
Quadro 2 - Aspectos mensuráveis na metodologia do TBL.....	50
Quadro 3 - Dimensões da tecnologia	55
Quadro 4 - Processo de Filtragem 1	68
Quadro 5 - Processo de Filtragem 2.....	69
Quadro 6 - Processo de Filtragem 3.....	69
Quadro 7 - Processo de Filtragem 4.....	70
Quadro 8 - Processo de Filtragem 5.....	70
Quadro 9 - Processo de Filtragem 6.....	70
Quadro 10 - Tecnologia, resultados e dimensões.....	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APS – Advanced Planning Systems
CMMAD – Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ECR – Efficient Consumer Response
ERP – Enterprise Resource Planning
FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations
FCS – Finite Capacity System
IDE – Integrated Development Environment
IDE – Índice de Desenvolvimento Econômico
IDA – Índice de Desenvolvimento Ambiental
IDS – Índice de Desenvolvimento Social
INMA – Programa de Agronegócios de Iniciativa da América do Norte
ISE – Índice de Sustentabilidade Empresarial
ISO – International Organization for Standardization
IST – Indicador de Sustentabilidade Tecnológica
MAPA – Mapa Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento
NBR – Norma Brasileira
ONU – Organização das Nações Unidas
PIB – Produto Interno Bruto
PNB – Produto Nacional Bruto
RIDE – Região Integrada para o Desenvolvimento Econômico
SGA – Sistema de Gerenciamento Ambiental
TBL – Triple Bottom Line
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 TEMA E QUESTÃO NORTEADORA	26
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	29
1.2.1 Objetivo Geral	29
1.2.2 Objetivos Específicos.....	29
1.3 JUSTIFICATIVA.....	30
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	35
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DE LITERAURA	37
2.1 A DIMENSÃO CRESCIMENTO: a“primeira” dimensão.....	37
2.2 Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade	39
2.2.1 Considerações sobre Sustentabilidade.....	44
2.2.2 Considerações sobre Índices e Indicadores de Sustentabilidade	48
2.3 Da subsistência ao Agronegócio	51
2.4 Da Tecnologia	54
2.4.1 Tecnologias Sustentáveis.....	58
3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	62
3.1 O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO	62
3.1.1 O Sistema Agroindustrial	66
3.2 ESTADO DA ARTE.....	67
3.3 TECNOLOGIAS SUSTENTAVEIS NO AGRONEGÓCIO	77
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS	89

1 INTRODUÇÃO

Dentre as interpretações possíveis, a tecnologia apresenta-se como um ramo do conhecimento relacionado à criação e utilização de meios técnicos e a sua interação com a sociedade e meio ambiente, bem como a aplicação para fins práticos (TECHNOLOGY, 2016).

Em sentido amplo, sua origem acompanha a própria evolução do homem, uma vez que a engenhosidade humana é indutora das mais diferentes tecnologias e o uso do raciocínio garantiu o processo de inovações, dando origem a diferentes equipamentos, ferramentas e processos.

De acordo com Kenski (2012), foi a tecnologia que possibilitou ao homem a sobrevivência, mesmo sendo fisicamente mais frágil do que outros animais e diante das manifestações da natureza. A dinâmica do homem sobre a natureza tem início há cerca de 8.500 anos, com a formação dos mais antigos centros da agricultura neolítica e cultivo de plantas. Assim, o homem deixa de ser nômade, fixando residência para aguardar a colheita, dando origem às primeiras comunidades.

O nascedouro da agricultura é descrito como a primeira revolução agrícola, Mazoyer e Roudart (2010, p. 103), “O desenvolvimento desse novo modo de vida sedentário foi condicionado por toda uma série de inovações que permitiram explorar e utilizar mais intensamente os novos recursos”.

Ainda que os recursos tecnológicos¹ da época, hoje sejam considerados rudimentares, segundo Diamond (2002), foi a domesticação de plantas e animais, uma das transformações mais importantes e que possibilitou o desenvolvimento das civilizações.

Por conseguinte, a segunda grande revolução, diz respeito aos processos industriais que alteram novamente a ordem do sistema social, tendo ocorrido no século XVIII na Inglaterra “[...] e rapidamente se espalhou por outros recantos do planeta, promoveu o crescimento econômico e abriu as perspectivas de maior geração de riqueza” (DIAS, 2006, p. 05).

1 Mazoyer e Roudart (2010) mencionam como sendo foices, moendas, mós, pilões, socadores, machados e enxós, enfim, todos os materiais que constituíram durante milênios, as ferramentas dos cultivadores neolíticos.

Uma outra onda desta revolução é retomada na segunda metade do século XIX, com a desenvolvimento de novos materiais mais eficientes. Apesar de terem proporcionado o surgimento de novas tecnologias, no centro de ambas revoluções houve inovações (a máquina a vapor e a eletricidade, respectivamente) fundamentais para que estas pudessem acontecer (CASTELLS, 2008).

Seguindo esta lógica temporal, chega-se à terceira revolução, que tem recebido diferentes denominações, com por exemplo “revolução tecnológica” (SCHAFF, 1993). Tal revolução tem causado profundas alterações na ordem mundial, decorrentes principalmente das telecomunicações e da informática.

Há também o uso do termo “Revolução digital” descrita por Castells (2008), que se dá pela ruptura da sociedade industrial para a sociedade da informação. Há macro mudanças no comportamento humano, impulsionadas por novas tecnologias (computador e *internet*), que numa dimensão sociológica dão início a uma era, a “era da informação”.

Com mais e melhores recursos tecnológicos, o homem passa a perseguir o progresso e o crescimento com maior vigor e então a sociedade industrializada potencializada depara-se nas últimas décadas nos limites ecológicos. “Como a natureza é a fonte de onde se retiram os recursos para alimentar essa fome de crescer, não é difícil perceber o impacto ambiental que esse modelo acarreta. E surge então a ‘crise ecológica’” (PÁDUA, 2004, p. 50).

As consequências deste modelo também são observadas em estudos que apontam a necessidade de formulação de políticas para mitigar o uso de recursos naturais com a água (WATANABE et al., 2014), uma vez que o homem passa a conviver com altos níveis de poluição, ocasionando deterioração da qualidade de vida (BRAGA, 2006).

Diante disto, o homem começa a repensar suas ações frente as sequelas impelidas ao meio ambiente e surgem estudos para melhor compreender os impactos causados ao sistema natural e a sua capacidade de resiliência².

² De acordo com Sánchez (2008, p. 28), “esse conceito surgiu na ecologia, no início dos anos 1970, a partir de analogias com conceitos da física, como resistência e elasticidade”.

Um marco em relação a tais impactos se deu pela realização da Conferência de Estocolmo em 1972 (*United Nation Conference on the Human Environment*). O nascedouro do debate ambiental vai nortear a consciência sobre a necessidade de conservação e ou preservação do meio ambiente em decorrência da exploração deste para o processo de desenvolvimento, que começa a ser presenciada no final do século XX.

Esse discurso inicia-se com o relatório de *Brundtland* (1987, p. 67), onde “o tema comum a essa estratégia [...] é a necessidade de incluir considerações econômicas e ecológicas no processo de tomada de decisões. Afinal, economia e ecologia são integradas nas atividades do mundo real”.

A intensificação do debate acontece na década de 1990, na preparação para conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, a Rio-92. Na ocasião, houve a preocupação com parâmetros usados até então, que se mostram imprecisos e os métodos são considerados deficientes na mensuração do desenvolvimento com sustentabilidade (ONU, 1992).³

Este introito, ainda que extenso, faz-se necessário antes de apresentar o tema e a questão que norteou este estudo, isto porque esta pesquisa tratou de um assunto amplo e objeto híbrido, qual seja, o desenvolvimento, a sustentabilidade e a tecnologia.

Isso requer uma abordagem diferenciada e confere um caráter interdisciplinar à dissertação, que apresenta como destaque uma revisão de bibliografia variada com fundamentação em diferentes eixos temáticos que norteiam a pesquisa, possibilitando o embasamento teórico, alicerçado pela pesquisa bibliográfica.

Tendo como principais referenciais teóricos, os trabalhos de Sachs (1990; 1993; 2002; 2004; 2007; 2008; 2009), Veiga (2010), além, da própria CMMAD (1987) para explicar o processo de desenvolvimento sustentável. Na abordagem da sustentabilidade, como metodologia de avaliação, referencia-se Elkington (1997; 2012), ainda dentro deste contexto, porém em âmbito das organizações, Savitz e Weber (2007) e Alledi Filho et al (2003). Em relação a índices e indicadores de sustentabilidade, Van Bellen (2003) e Siedenberg, (2003). Para os conceitos e definições de tecnologias, recorreu-se a Kenski (2008; 2012), Silva (2002), Laranja et al (1997) e Pedroso

³ Maiores detalhes estão na seção 2.2 do segundo capítulo.

(1999) para a categorização. Na evolução da agricultura ao agronegócio, cita-se Mazoyer e Roudart (2010), Heredia et. al (2010) e Batalha e Silva (2007).

1.1 TEMA E QUESTÃO NORTEADORA

Uma determinada tecnologia pode ser considerada marca da evolução humana. Ela também pode ser dual, indo de potencializadora de problemas ambientais até contribuinte em processos produtivos sustentáveis.

Muitas vezes, no centro deste debate, a tecnologia é apontada como “vilã”, sendo responsabilizada por grande parte dos problemas, principalmente os de cunho ambiental. Barbieri (2007, p. 30) menciona que há “os que entendem que a maioria dos problemas ambientais foi criado pela ciência e tecnologia, e não se pode esperar que elas tragam soluções”. No entanto, a visão oposta, da tecnologia como “salvadora” e que pode contribuir além da temática ambiental, também é defendida.

O que é necessário, são tecnologias que produzam “bens sociais” (melhora da qualidade do ar e produtos mais duráveis) ou que solucionem problemas que não entram nos cálculos das empresas (custos externos da poluição ou destinação dos resíduos) (CMMAD, 1987).

Além desta dualidade em relação ao meio ambiente, a tecnologia permeia toda a tessitura social. Segundo Lima Filho e Queluz (2005), ela está presente em todas as relações sociais, no lar, trabalho e lazer, tanto na esfera pública e privada. Vieira Pinto (2005) a descreve como um “triunfo do homem” e da “necessária relação” deste para com a natureza e a sociedade.

Dentro desta noção, a dimensão econômica é representada pela viabilidade, que se faz “*conditio sine qua non*” para que as coisas aconteçam, e a social, responsável pelo “desenvolvimento” humano (SACHS, 2008). Foi sempre isso (econômico/social) que esteve em jogo, “o como produzir e o para quem destinar os frutos da produção, já que a questão de onde retirar a matéria-prima necessária teve sempre uma resposta única: da natureza” (PÁDUA, 2004, p. 27).

Neste sentido, a tecnologia apresenta uma relação direta com o desenvolvimento sustentável, uma vez que este “é um conceito amplo e, devido a esta característica, permite apropriações diferenciadas e

ideológicas por segmentos sociais de interesse” (MONTIBELLER-FILHO, 2008, p. 23).

Baseado nestas alusões, argumenta-se aqui – no que concerne as ideias da aplicação da tecnologia – a intenção de contribuir em diferentes aspectos da problemática multidimensional. Em complemento, Sachs (2009) acredita que com a contribuição da tecnologia à “ciência contemporânea” se pode ascender ao desenvolvimento sustentável, incluindo-se outras dimensões que podem ser aplicadas dentro e fora do ambiente organizacional.

Dentro do contexto do desenvolvimento sustentável (pensado em sua origem numa forma conjunta e simultânea das dimensões social, econômica e ambiental), há necessidade de um método de mensuração deste processo que possibilite avaliá-lo também desta forma (multi-sistêmica), propiciando a sustentabilidade em setores específicos.

A sustentabilidade, ancorada inicialmente nas questões ambientais⁴, evolutivamente incorpora outras duas dimensões, oriundas das pressões impostas pela evolução do mundo contemporâneo, a dimensão econômica e social. Essa nova configuração da sustentabilidade abrange todos os setores econômicos, entre eles o agropecuário, fundamental para países em desenvolvimento.

No Brasil, este setor é responsável por quase metade das exportações, ou exatamente 44,6% de toda a exportação nacional. Em 2017, atingiu um saldo de US\$ 81,8 bilhões, totalizando um faturamento de R\$ 1,23 trilhão nos últimos 20 anos. Na argumentação do economista-chefe do banco Haitong, Jankiel Santos “Não é que a agropecuária seja mais importante, mas ela tem um peso maior na balança comercial”, resumiu (BRASIL, 2018).

Essa representatividade econômica tornou-se possível por meio da tecnologia, conseguido aprimoramentos quantitativos de produção. Entre 1970 e 2013, a produção brasileira de grãos teve uma expansão de quase oito vezes, resultante dos ganhos contínuos de produtividade, devido à incorporação de novas tecnologias ao processo produtivo (EMBRAPA, 2014).

⁴ Para Veiga (2010), até o final dos anos 1970, sustentabilidade era um conceito circunscrito à biologia populacional, usado principalmente em pesquisas sobre manejo de pesca e das florestas.

Gomes e Borém (2013) especificam que além das condições favoráveis (clima e economia) esse crescimento se deve aos incentivos em desenvolvimento em tecnologias (mecanização e biotecnologia).

Em contraponto, cabe mencionar que tal aspecto técnico compõe um contexto (social, político, cultural e econômico) no qual as transformações ocorridas neste, são refletidas nas transformações agrícolas, onde mais do que uma forma de produção, a agricultura é resultado das “relações sociais e de exploração da natureza” (SERAFIM, 2011, p. 21).

Neste contexto tecnológico, a competitividade tem levado as organizações, incluindo as que compõem as cadeias do agronegócio, a continuar melhorando sua performance. E, simultaneamente, alinhar-se às demandas sustentáveis, levando em conta os interesses dos clientes, fornecedores, reguladores e especialmente dos investidores/acionistas, denominados de *Stakeholders*⁵.

Assim, a adoção de tecnologia(s) é parte integrante no processo agroindustrial, compreendendo tecnologia não apenas como um artefato (equipamentos e infraestrutura), mas, incluindo também neste rol, as pesquisas e conhecimentos científicos aplicados dentro das cadeias do agronegócio.

Ao proporcionar conhecimento sobre os resultados da aplicação eficiente e comprovar o seu uso sustentável, essas tecnologias de acordo com a ONU (1992), são menos poluentes, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira aceitável.

Por conseguinte, dentre os desafios do agronegócio no âmbito do desenvolvimento sustentável, encontra-se a atenção para os modelos produtivos que precisam ser inovadores, ambientalmente corretos e socialmente justos, cujo ato de inovar⁶ pode assumir diferentes facetas tecnológicas.

Diante do dilema tecnológico (dualidade), inicialmente citado e

⁵ Teoria que discute a separação das questões econômicas, das questões éticas, levando em conta a equidade e o interesse em comum (DUPUIS, 2008).

⁶ Neste ponto, recorre-se a Schumpeter (1984), que trata a inovação como fenômeno que provoca mudanças dentro do sistema econômico, assumindo novas formas de produção/produtos ou métodos de organização dos negócios, capazes de impulsionar este sistema.

confiando que, sua aplicação possa contribuir para superar os obstáculos agroindustriais no que tange a competitividade e sustentabilidade, adotou-se, como premissa deste estudo, que a tecnologia agroindustrial possa ser medida dentro da perspectiva da sustentabilidade.

Já há índices de sustentabilidade para algumas cadeias produtivas, mas pode-se avançar para a mensuração da utilização da tecnologia, visando aferir se sua aplicação é realizada de modo sustentável, dentro dos parâmetros deste conceito.

Entendendo, pois, que a falta de tecnologia acaba por limitar o uso dos recursos (terras, mão de obra e insumos), resultando em baixa produtividade, o excesso neste caso, seria então o uso da tecnologia além do necessário para a sua realidade/demanda, desperdiçando recursos (econômicos e ambientais) resultando em falta de eficiência.

Destas reflexões emergem as indagações guia do estudo: como as tecnologias têm contribuído para o desenvolvimento sustentável das organizações agroindustriais? Partindo da premissa do Triple Bottom Line, é possível subsidiar a construção de indicadores para mensurar a sustentabilidade tecnológica dentro agronegócio?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Compreender os desdobramentos do desenvolvimento sustentável associado à tecnologia e do agronegócio e sua incorporação na dinâmica das organizações agroindustriais.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever a relevância do agronegócio e da agroindústria no Brasil;
- b) Averiguar o estado da arte da adoção/emprego da tecnologia voltada à sustentabilidade ambiental na agroindústria; e,
- c) Descrever subsídios para reflexão e elaboração de proposta/ modelo de indicador de sustentabilidade tecnológica para as agroindústrias.

1.3 JUSTIFICATIVA

O modelo de desenvolvimento socioeconômico está aos poucos incorporando as ideias do desenvolvimento sustentável, que tem na sua gênese o debate sobre o processo de desenvolvimento. Para Van Bellen (2003), o aumento das pressões⁷ tem levado reflexões sobre o desenvolvimento dentro de padrões compatíveis com o desenvolvimento sustentável.

Tais mudanças têm modificando o cenário global cujo “[...] adjetivo sustentável se tornou imperativo na retórica mundial” (SACHS, 2007, p. 285). Dentre mudanças e reflexões, surgem debates sobre a tecnologia, que assume uma posição de dualidade, provocando, de acordo com Lima Filho e Queluz (2005, p. 20), “uma estranha mescla de fascínio e mal-estar ante as possibilidades e limites, conquistas e impactos da ou atribuídos à tecnologia”.

A abordagem desta pesquisa segue a linha de que a tecnologia por si própria não possui estes dois polos (positivo e negativo), embora compreenda que estas alegações estejam ligadas à sua aplicação. Afinal, quando mal utilizada, uma tecnologia pode marginalizar segmentos da população; e (simultaneamente ou não), quando bem aplicada, pode se tornar fundamental para o crescimento econômico, possibilitando a desaceleração do consumo desenfreado de recursos finitos (ONU, 1992).

Ademais, cabe mencionar as considerações de teóricos críticos do processo como Vieira Pinto (2005, p. 229), para quem a tecnologia pode ser a “causa das desgraças sociais presentes e ao mesmo tempo constitui a única providência real, aquela em que devemos depositar nossas mais fervorosas esperanças”.

Em que pese estas críticas, no intuito de contribuir para o processo de desenvolvimento sustentável, busca-se medir a tecnologia pelo crivo da sustentabilidade, agregando-se índices e construindo novos indicadores; isto porque a necessidade de indicadores na avaliação do processo de desenvolvimento sustentável abrangendo outros aspectos, além do econômico é apresentada desde a Rio-92.

⁷ Van Bellen (2003 p.1), “exercida pela antroposfera sobre a ecosfera, levou ao crescimento da consciência acerca dos problemas ambientais gerados por padrões de vida”.

É preciso elaborar indicadores que sirvam de base sólida para adotar decisões **em todos os níveis**, e que contribuam a uma sustentabilidade auto-regulada dos sistemas integrados do meio ambiente e o desenvolvimento (ONU, 1992 grifo nosso).

Logo, medir a sustentabilidade em nível tecnológico, se mostra uma proposta lógica no contexto ideológico descrito pela Nações Unidas, ainda mais quando voltada à setores cruciais nas economias em desenvolvimento. E sendo assim, tendo em vista a relevância do agronegócio, mencionada na problemática, optou-se por limitar o escopo da pesquisa para o setor agroindustrial, contemplando uma discussão sobre tecnologias que comprovem cientificamente resultados categorizados como sustentáveis.

Ainda que não se pretenda inédita pela aplicação, entende-se que esta pesquisa pose ser considerada original, por promover uma compilação e reflexão desta temática interdisciplinar. Constatou-se que no campo acadêmico⁸ são ainda raras as publicações com propostas de modelos de indicadores (muitos incompletos) com propósito de refletir sobre a tecnológica pela ótica da sustentabilidade agro negocial.

Assim, no encaicho de mensurar a sustentabilidade tecnológica, faz-se necessário abranger as três dimensões dentro da metodologia do *Triple Bottom Line* (ELKINGTON, 1997). Evangelista (2010) complementa, mencionando que este é um dos modelos mais populares, e que o mesmo vem sendo objeto de constantes aperfeiçoamentos desde meados dos anos 1990, quando foi proposto.

Por fim, além de possíveis contribuições acadêmicas, cabe mencionar o próprio interesse do pesquisador, que atua como professor universitário em cursos de gestão e presta consultoria a empresas de diversos segmentos, sendo as agroindústrias grandes demandantes atuais de tecnologias mais limpas em seus processos produtivos.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos

⁸ Refere-se a busca sistemática realizada nas bases de dados referenciadas e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico (PPGDS), da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC).

que compõem as etapas desta pesquisa científica, entendendo que a “investigação científica é um processo importante para a aquisição e a produção do conhecimento” (RODRIGUES, 2006, p. 88).

Neste estudo qualitativo interdisciplinar, foi utilizado procedimento tradicional, como revisão de literatura, bibliometria e análise documental em uma pesquisa exploratória-descritiva. Para tanto, observou-se a inevitabilidade de interpretar os fenômenos não apenas como objeto desconexo das diferentes áreas da ciência, mas, que surgem das diferentes interações das várias disciplinas, no caso deste trabalho da economia, sociologia, biologia e administração.

Ao afirmar que o desafio da interdisciplinaridade se encontra em dar significação ao todo por meio das partes, Morin (2008, p. 26), assevera que uma revolução científica tende a produzir “grandes desdobramentos que levam a ligar, contextualizar e globalizar os saberes até então fragmentados e compartimentados, [...]”. Corrobora Leis (2011), ao afirmar que a perspectiva interdisciplinar está na integração de diversas disciplinas, produzindo “saltos cognitivos” que, seriam impossíveis apenas por meios disciplinares.

Quanto ao tipo de pesquisa, este trabalho se enquadra como exploratória, que para Lakatos e Marconi (2003), entre as suas finalidades estão os de aumentar a familiaridade do pesquisador com o fato ou fenômeno, para clarificar conceitos, podendo obter-se descrições tanto quantitativas quanto qualitativas do objeto do estudo.

O processo inicia-se com a fundamentação dos diferentes eixos temáticos (sustentabilidade, tecnologia e agroindústrias) que norteiam a pesquisa, possibilitando o embasamento teórico, alicerçado pela pesquisa bibliográfica, cujos principais referenciais foram citados ao final da primeira seção deste capítulo.

Posterior a definições do marco teórico deste trabalho, traz-se a caracterização das agroindústrias, dentro da configuração do agronegócio brasileiro. Demonstrando a relevância que este estudo apresenta no cenário socioeconômico, apresentando dados relativos ao PIB do setor com base no IBGE (2016). Confronta-se numa série temporal os percentuais do PIB do agronegócio com o PIB brasileiro CEPEA (2016), expressa ainda os saldos da balança comercial (exportações menos as importações) com dados do MAPA (2017).

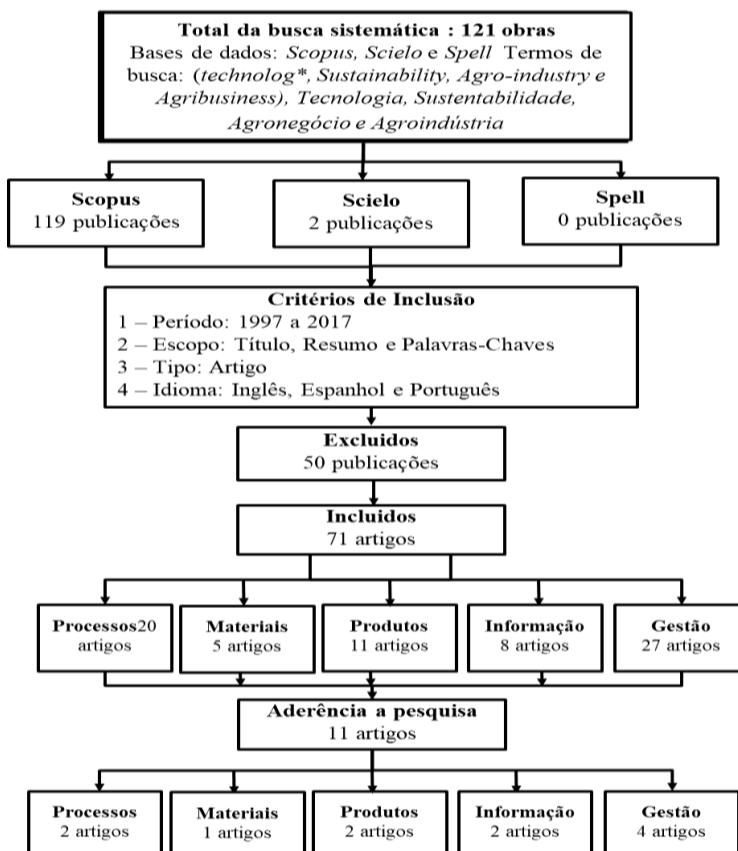
O estudo bibliométrico foi utilizado para elaboração do estado da arte. Assim, a verificação de publicação nas bases de dados, que de

acordo com Creswell (2010) podem ser utilizadas para facilitar a busca por materiais, sendo suas principais fontes os artigos de periódicos e documentos disponíveis sobre o tópico.

Desse modo, as bases de dados consultadas para o estudo foram, SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), SCOPUS (Elsevier) e SPELL (*Scientific Periodicals Electronic Library*).

Estes bancos de dados proporcionaram uma maneira ágil e precisa, de acesso a materiais científicos, catalogados em formas de relatórios, artigos e teses. Nessa pesquisa, utilizaram-se estas bases para a catalogação das publicações, definido parâmetros para busca e refinação de artigos publicados, como demonstrado no esquema a seguir.

Figura 1 - Etapas da busca Sistemática



Fonte: Elaboração própria

A busca sistemática realizada nas três bases de dados por termos de indexação ou palavras-chaves das diferentes publicações científicas, retornaram inicialmente o total de 121 obras. Aplicados os critérios de inclusão, 71 restaram.

Deste modo, aplicou-se como critério de exclusão além da duplicidade, as obras que não continham os termos da busca em seu título, resumo ou nas palavras-chaves do trabalho. Descartaram-se, ainda, obras que não fossem artigos científicos e escritos em língua inglesa, espanhola ou portuguesa.

Após a extração dos resultados dados das publicações científicas relacionadas, foram compiladas e analisadas estatisticamente assim, sendo possível executar consultas, contagem de frequência das publicações.

Estes resultados foram dispostos em tabelas e gráficos no intento de descomplicar a análise destes dados dentro da discussão, finalizando a análise bibliométrica.

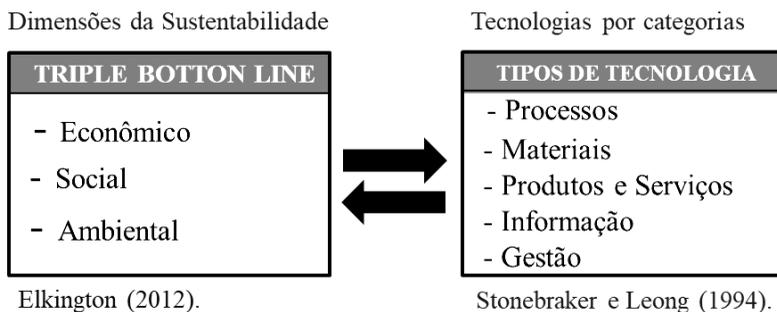
Partiu-se dos resultados do estudo bibliométrico (realizado em janeiro de 2018) para seleção e leitura destes materiais, a partir do qual foi feito o levantamento das principais produções científicas e/ou periódicos que se destacam dentro da temática abordada. Por fim, os 11 artigos que demonstraram maior aderência dentro de temática desta pesquisa abordados no capítulo 3.2.

Para a complementação dos objetivos específicos, que se refere à proposição de um “índice” de sustentabilidade tecnológica (com base em metodologia adaptada).

Esta adaptação dá-se por base da metodologia do TBL a criação de um modelo índice e realizada por uma média aritmética de diversos indicadores. Estes indicadores contemplam tanto as questões de ordem ambiental, social, econômicas e cultural.

Método proposto para a análise da sustentabilidade dentro da agroindústria, baseando na metodologia

Figura 2 - Proposta de Categorias do Agronegócio



Fonte: Elaboração própria

Deste modo, propõe-se o modelo baseado na metodologia TBL, onde há a definição de um percentual para cada dimensão, com os indicadores já computados, forma-se por meio de uma média aritmética, um índice denominado de índice de sustentabilidade tecnologia (IST) aplicado a agroindústria.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A composição deste trabalho é apresentada em quatro partes: introdução; revisão teórica e bibliográfica; apresentação e discussões dos resultados; e, considerações finais.

Têm-se inicialmente os elementos pré-textuais precedendo o desenvolvimento textual e finalizando com a referência bibliográfica, apêndice e anexos, referentes aos elementos pós-textuais.

O primeiro capítulo da dissertação é formado pela introdução, problemática e questão de pesquisa, objetivos, justificativa, procedimentos metodológicos e a presente seção.

No segundo capítulo, tem-se a fundamentação teórica que aborda os temas do objeto de estudo, envolvendo sustentabilidade, tecnologia, produção agroindustrial e desenvolvimento sustentável. Em seguida, uma seção que trata do agronegócio, em articulação com estudos que envolvem o mesmo com a tecnologia, e esta, com a sustentabilidade.

O terceiro capítulo traz implicações e discussões acerca do objeto pesquisado em correlação ao referencial. A intenção foi de apresentar os resultados da análise bibliométrica e subsídios para uma futura proposta de indicadores/instrumento mensurador da sustentabilidade tecnológica em organizações agroindustriais.

E, nas considerações finais, no capítulo quatro, são retomados os objetivos e os questionamentos, cujas repostas auxiliaram no entendimento dos exemplos observados, bem como na identificação das limitações e na indicação de possibilidades para novas pesquisas derivadas do objeto estudado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DE LITERATURA

Nas seções deste capítulo, apresenta-se o arcabouço teórico e a revisão bibliográfica, fundamentais para a elaboração desta pesquisa. Deste modo, são apresentados a seguir os conceitos-chave e linhas teóricas dos autores dentro da temática abordada.

2.1 A DIMENSÃO CRESCIMENTO: A “primeira” dimensão

Esta é uma dissertação elaborada no âmbito de um programa de pós-graduação interdisciplinar em desenvolvimento socioeconômico. Portanto, não poderia deixar de contar com uma breve seção na qual a “primeira dimensão” de sustentabilidade, a sustentabilidade econômica fosse abordada na ótica de referenciais de base. Isto porque a questão econômica precede os atuais debates socioambientais. E na tentativa de explicar essa evolução, faz-se necessário a compreensão do contexto histórico no qual, “o desenvolvimento econômico até agora é simplesmente objeto da história econômica que, por sua vez, é meramente uma parte da história universal, só separada do resto para fins de explanação” (SCHUMPETER, 1984, p. 44).

É a partir desta visão fragmentada que se interpela o conceito de desenvolvimento econômico, discorrendo sobre o crescimento econômico e desenvolvimento. A maior frequência no uso da expressão “crescimento econômico” é notadamente associado ao período da Grande Depressão nos 1929/30, onde se observa um desequilíbrio, entre produção e a demanda (GULLO, 2010).

O crescimento econômico tem como parâmetro principal a comparação, sendo que melhores taxas de crescimento em relação a outros países definem os bem-sucedidos, não somente para seu povo, mas também, do ponto de vista internacional (BRESSLER-PEREIRA, 2006).

O crescimento econômico é medido pelo Produto Interno Bruto (PIB)⁹ ou Produto Nacional Bruto (PNB). E, embora esse conceito (PIB ou PNB) represente uma das maiores invenções do pensamento econômico do século XX, este já não é suficiente para determinar ou

⁹ Criado por Simon Kuznets nos anos 1930 a pedido do Departamento de Comércio Americano (CYSNE, 2010).

expressar as questões de ordem social que se esperava emergir com o enriquecimento dos países (CYSNE, 2010).

Em consonância com esse pensamento, Schindwein, Cardoso e Shikida (2014) observam o crescimento econômico pelo aumento do produto global ou mesmo por habitante (*per capita*), sem que se percebam mudanças sociais.

Ainda assim, o crescimento econômico foi perseguido pelas nações em nome do progresso, almejando o enriquecimento do país na esperança do bem-estar social. Entretanto, para Biderman, Cozac e Rego (1996) e hoje, não mais se confunde, aumento da produção com melhoria do bem-estar social.

O desenvolvimento econômico está ligado ao processo de transformação que envolve a sociedade (FURTADO, 1974). Desta maneira, o desenvolvimento implica transformações mais amplas (institucionais, culturais e sociais) enquanto o crescimento pode ser dar de forma espontânea (forças de mercado) (BIDERMAN; COZAC; REGO, 1996).

Sachs (2004) comenta a diferença entre estes processos econômicos, referenciando ao desenvolvimento como uma variável qualitativa, que vai além da acumulação da riqueza material. Já o crescimento seria meramente uma variável quantitativa. Esse mesmo pensamento é compartilhado por (VEIGA, 2010).

Montibeller-Filho (2008) defende a concepção de desenvolvimento econômico cujas mudanças estruturais ocorridas no sistema econômico possibilitem o crescimento das taxas elevadas. Contudo, a associar as taxas de crescimento ou PIB, as elevações de bem-estar são bastantes questionáveis (CYSNE, 2010).

Apesar de que, ainda seja comum o uso dos termos, “crescimento da produção” e “aumento da renda”, sabe-se que são erroneamente utilizados como definição para o desenvolvimento socioeconômico.

O PIB a partir da década 1970 passa a receber críticas também, no sentido de não refletir os danos causados ao meio ambiente, decorrentes de seus processos de produção de bens e serviços (GULLO, 2010).

Uma vez que esse padrão de crescimento econômico necessita de recursos naturais finitos, apresenta-se com um potencial de limitação destes recursos as gerações futuras (EVANGELISTA, 2010).

Assim, nas discussões do modelo de desenvolvimento como processo de mudanças socioeconômicas, atrelado ao desafio de quantificá-lo (inicialmente pelo PIB), originaram os debates em torno dos indicadores (SIEDENBERG, 2003).

Compreendendo as mudanças endógenas do processo de desenvolvimento socioeconômico e a interdependência com o meio ambiente, o ecodesenvolvimento, consolidado por Ignacy Sachs, apresenta-se como uma alternativa ao modelo tradicional de desenvolvimento (VAN BELLEN, 2003).

Há ainda discussões referentes à Ecologia, Ecodesenvolvimento e Desenvolvimento sustentável, se seriam ou não sinônimos. Entendendo que este não é o foco desta pesquisa, apenas apresenta-se aqui a posição do próprio Sachs (1993), para quem o ideal seria, se todos falassem apenas em desenvolvimento, sem a necessidade de expressar o prefixo “eco” ou o adjetivo “sustentável”.

2.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE

O desenvolvimento sustentável tem recebido grande atenção nas últimas décadas. As preocupações com a natureza e os limites da exploração de seus recursos despertam o mundo para a questão; desenvolver-se socioeconomicamente preservando o meio ambiente. Deste modo, o desenvolvimento sustentável para Montibeller-Filho (2008) é entendido como um novo paradigma, ao relacionar eficiência as esferas econômica, social e ambiental.

Na década de 1960, iniciam-se as discussões sobre os limites dos recursos naturais, tais preocupações tiveram uma base epistemológica no estudo realizado pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), com o clube de Roma, uma organização não governamental formada por célebres personalidades de diferentes nacionalidades para a discussão sobre diversos assuntos, entre eles, o meio ambiente e desenvolvimento.

No início da década de 1970, saem os primeiros informes e conclusões do estudo que indicavam ser mantidas as tendências de crescimento sobre as variáveis analisadas (população, industrialização, contaminação, produção de alimentos e a exploração os recursos) o limite seria alcançado nos próximos cem anos (MARTINS, 2001).

Dentro destas tendências, mais especificamente sobre o crescimento da população e a produção de alimentos, corrobora para as ideias de um colapso da subsistência apresentada por Malthus (1983).

Em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) promove em Estocolmo na Suécia uma conferência sobre o meio ambiente, que debate sobre a expansão econômica e populacional estão diretamente vinculadas aos recursos ambientais que são limitados.

A preocupação com o futuro da humanidade, em relação ao uso dos recursos do planeta, aparece a público com o relatório do Clube de Roma, intitulado *The Limits to Growth*, decorrentes dos estudos de Meadows (1972), sendo um dos primeiros a questionar a viabilidade do crescimento (VAN BELLEN, 2003).

A mensagem deixada é válida ainda hoje, qual sejam: os recursos interligados da Terra – o sistema global da natureza em que todos vivemos – provavelmente não podem suportar as taxas atuais de crescimento econômico e populacional muito além do ano 2100, mesmo com tecnologia avançada (CLUBE DE ROMA, 2017).

E, em 1983, a ONU cria a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMDA) que publica em 1987 o documento intitulado *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), que ficou conhecido como o “relatório *Brundtland*”, onde define o termo desenvolvimento sustentável, como sendo “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (BRUNDTLAND, 1987, p. 42).

Na sequência deste período, pós lançamento do relatório, ingressam na discussão temas ligados à preservação do meio ambiente, ao passo que nas organizações se dá destaque para um tema recorrente, a responsabilidade ambiental.

De acordo com Van Bellen (2003), o desenvolvimento sustentável é resultado de um longo processo de reavaliação crítica da relação da sociedade civil e o modo como esta se relaciona com o meio natural. Desta forma, está diretamente ligado ao processo de crescimento econômico, evoluindo para o conceito de desenvolvimento sustentável.

Seguindo esta linha temporal no final da década de 1990, neste período, no Brasil, a preocupação em relação à preservação/conservação ambiental é garantida com a Constituição de 1988 no Artigo 225,

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, *online*).

Em 1992, aconteceu no Rio de Janeiro a Eco-92. O evento contou com a participação de representantes de diversos países, além de um grande número de Organizações Não Governamentais.

Realizou-se um balanço sobre problemas e avanços em relação ao meio ambiente, e como encaminhamento assinou-se a Declaração do Rio Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento e desdobramentos nas convenções sobre a biodiversidade, mudanças climáticas e declaração do Princípio florestal.

Ainda na Eco-92 (ou Rio-92) foi finalizada a Agenda 21 “um plano de ação para ser adotado global, nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente” (BRASIL, 1988, *online*).

Nesta mesma conferência é apresentada a *Carta da Terra*, um documento que declara princípios fundamentais para a construção do século XXI de uma sociedade globalizada sustentável. “Devemos somar forças para gerar uma sociedade sustentável global baseada no respeito pela natureza, nos direitos humanos universais, na justiça econômica e numa cultura da paz” (BRASIL, 1988, *online*).

No ano seguinte (1993), John Elkington, partindo de um ambiente organizacional e da competitividade cunha o termo, *Triple Bottom Line* que se torna mundialmente conhecido com a publicação em 1997 da sua obra o livro “Canibais com garfo e faca”, trazendo a preocupação com fatores além dos ambientais, econômicos e sociais.

Com base no modelo proposto por Elkington (1997), a sustentabilidade é balizada por três dimensões: social, ambiental e econômica, formando um tripé, também é utilizada o termo 3Ps (*people, planet, profit*), de forma representativa as dimensões apresentadas.

Outra conferência realizada no Japão em 1997, que trata do compromisso assumido pelos países que fazem parte da ONU, para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa. O documento ficou conhecido como Protocolo de Kyoto.

A partir daí grandes organismos internacionais vêm disseminando

este conceito e introduzindo no mundo corporativo. Em 1999, uma conferência em *Chapel Hill*, nos Estados Unidos “abraça” o tema, salientando que o desenvolvimento sustentável é “mais amplo que a simples racionalização da utilização dos recursos naturais, envolvendo não só as questões ambientais ou ecológicas, mas adicionando também questões econômicas e sociais a esse conceito” (COLOMBO, 2006).

Outro importante marco do DS (Desenvolvimento Sustentável), lançado em 1999, como primeiro índice global de ações composto por companhias consideradas social e ambientalmente responsáveis, foi o *Dow Jones Sustainability Index* (DJSI) (Índice de Sustentabilidade da Dow Jones), que objetiva rastrear o desempenho das ações de empresas globais, considerando os critérios econômico, ambiental e social (SUSTAINABILITY-INDICES, 2017).

No ano 2000, em Nova York (sede da ONU) acontece a reunião de líderes mundiais para a adoção da declaração do Milênio, quando assumem o compromisso “de uma parceria global para reduzir a pobreza extrema, em uma série de oito objetivos com um prazo para o seu alcance em 2015 que se tornaram conhecidos como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)” (ONU, 2017).

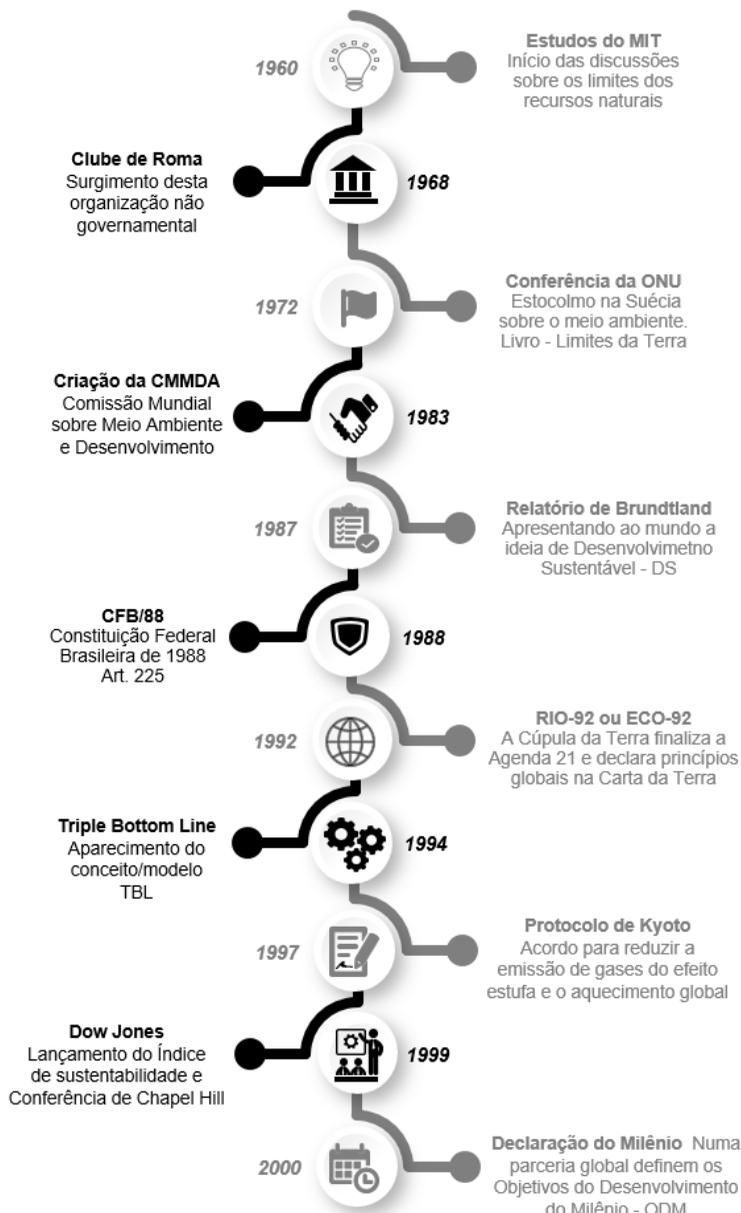
Após a virada do milênio, novas conferências acontecem. Desta vez, em 2002, Johannesburgo na África do Sul nomeada de Rio+10, em 2012 novamente no Rio de Janeiro ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20 destinada a assegurar a renovação dos compromissos políticos e avaliando o progresso obtido. Por fim, em setembro de 2015, ocorreu em Nova York, na sede da ONU, a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável.

Nesse encontro, todos os países da ONU definiram os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como parte de uma nova agenda de desenvolvimento sustentável que deve finalizar o trabalho dos Objetivos do Milênio (ODM) (ONU 2017).

Para Dias (2006), o desenvolvimento sustentável se mostra um processo dinâmico e contínuo, que vem evoluindo no esforço de atender às necessidades humanas, levando em consideração a economia e o meio ambiente.

A seguir, foi elaborado um esquema síntese (Fig. 3) com a linha temporal, ilustrando os principais pontos dentro do século XX.

Figura 3 - Linha do tempo do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Elaboração própria a partir da revisão de literatura

A linha do tempo apresentada na figura acima traz alguns dos eventos que foram marcantes na evolução do desenvolvimento econômico para o atual desenvolvimento sustentável. Após a virada deste século, outros eventos e tratativas foram realizadas, mas a partir deste momento em diante o desenvolvimento sustentável já se consolidou e se popularizou, tanto como conceito e quanto termo.

2.2.1 Considerações sobre Sustentabilidade

A sustentabilidade, embora apareça constantemente em trabalhos científicos, apresenta-se ainda como um termo complexo e sem uma precisão conceitual. Como asseverado por Zampieri (2003, p. 21), tal termo “constitui algo difuso e pouco preciso, no qual o vocábulo se sujeita a diferentes concepções e definições”. E não é incomum deparar-se com uma confusão literal, “o termo sustentabilidade confunde-se com desenvolvimento sustentável”.

Há algum tempo a sustentabilidade trona-se foco das atenções de diferentes nações e organizações. Barbieri e Cajazeira (2009, p. 69-70) classificam estas últimas como “organização sustentáveis” que buscam alcançar seus objetivos “atendendo simultaneamente os seguintes critérios: equidade social, prudência ecológica e eficiência econômica”. Ademais, organizações que não adotarem os ideais de práticas sustentáveis podem ter problemas de competitividade (QUADROS e TAVARES, 2014).

O termo sustentabilidade emerge na década 1980, oriundo dos avanços na conscientização das nações, traçando caminhos diferentes para alcançar o crescimento econômico, levando em consideração os recursos ambientais necessários as próximas gerações (SAVITZ e WEBER, 2007).

Só no ano de 2017, a palavra foi utilizada cerca de 206.000 vezes em notícias publicadas na *internet* no Brasil, de acordo com o buscador do *Google*TM. Dividido pelos 365 dias do ano, isso significa, em média, que ela foi usada 564 vezes por dia pela imprensa e por *blogs* (ESTADÃO, *online*). Essa utilização tem muitas vezes gerado conceitos difusos, controversos e inconsistentes.

Quanto à sustentabilidade, apesar da grande quantidade de definições – que de acordo com alguns autores como Van Bellen (2003), chega a 160 – a imprecisão dos conceitos agrega ao termo uma gama de diferentes discursos, associando-se a este conceito à responsabilidade social, gestão ambiental e sustentabilidade empresarial, tratadas muitas vezes de forma separadas.

Sem querer esgotar a questão, mas sim apresentar sua heterogeneidade, o quadro a seguir apresenta as variantes de Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade no intuito de demonstrar que os conceitos de sustentabilidade poderiam ser, então, legatários do conceito de Desenvolvimento Sustentável.

Quadro 1 - Conceitos de Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade

Autor(es)	Conceito	Referência
Relatório de Brundtland, (CMMAD, 1987)	Atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.	Desenvolvimento sustentável
Canepa (2007)	Caracteriza-se, como um processo de mudanças no qual se compatibilizando a exploração de recursos, gerenciamento de investimento tecnológico e as mudanças institucionais com o presente e o futuro.	Desenvolvimento sustentável
Van Bellen (2008)	Consiste na modificação da biosfera e na aplicação de seus recursos para atender às necessidades humanas e aumentar a qualidade de vida.	Desenvolvimento Sustentável
Dovers e Handmer (1992)	Representa a capacidade de um sistema humano, natural ou misto em resistir ou adaptar-se às mudanças (endógena ou exógena) por tempo indeterminado.	Sustentabilidade
Hawken (1993)	É um estado econômico em que as demandas colocadas no	Sustentabilidade

	ambiente, por pessoas e pelo comércio, podem ser atendidas sem diminuir as capacidades do ambiente em fornecer as futuras gerações.	
Deponti e Almeida (2002)	Refere-se à manutenção de um sistema ao longo do tempo, sendo que esta durabilidade depende de quanto maior for a adaptabilidade, a diversidade, a resiliência, a equidade do sistema, e a interação entre as diferentes dimensões: social, econômica e ambiental.	Sustentabilidade
Savitz e Weber (2007)	Induz a um novo modelo de gestão de negócios que leva em conta, no processo de tomada de decisão, além da dimensão econômica, as dimensões social e ambiental.	Sustentabilidade
Ayres (2008)	É um conceito normativo sobre a maneira como os seres humanos devem agir em relação à natureza, e como eles são responsáveis para com o outro e as futuras gerações.	Sustentabilidade
Silva (2010)	Compreende um esforço constante para a manutenção da riqueza global, cuja riqueza inclui, ativos financeiros, recursos naturais e a qualidade de vida da população.	Sustentabilidade

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Fica explícito onde ambos os conceitos se balizam em três pilares fundamentais, econômico, social e ambiental. Estes pilares também são denominados por dimensões, gerando uma integração e criando uma interdependência entre estas dimensões (*vide* Fig.4).

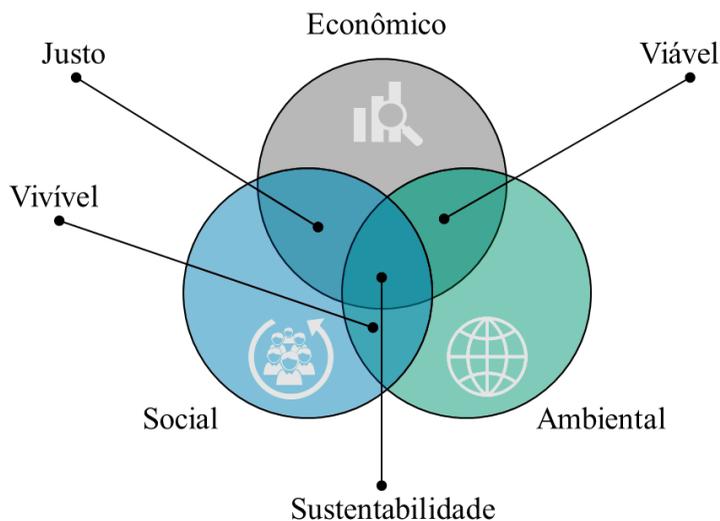
Essa variedade de definições pode ser interpretada como uma dificuldade que, para Hart (1998), está relacionada à existência de muitos conceitos, uma vez que há muitas pessoas tentando definir o

termo. Todavia, a existência de muitas definições para o termo não seja um problema, dado que visões diferentes proporcionam diferentes maneiras para abordar o que ele define com um conceito complexo.

O termo sustentável tem relação com a capacidade de resiliência dos sistemas a partir dos quais a interdependência do homem com seus sistemas é respeitada, pois a sustentabilidade “significa operar a empresa, sem causar danos aos seres vivos e sem destruir o meio ambiente, mas, ao contrário, restaurando-o e enriquecendo-o” (SAVITZ e WEBER, 2007, p.3).

A sustentabilidade, de acordo com Sachs (1990), apresenta-se como conceito dinâmico, que considera as necessidades crescentes das populações dentro de um contexto internacional, que está em constante expansão.

Figura 4 - Sustentabilidade e as suas dimensões



Fonte: Adaptado de Alledi Filho et al. (2003).

A sustentabilidade baseia-se em três dimensões básicas representadas na figura 4, pois cada qual tem seu objetivo conforme descrito por Alledi Filho et al (2003). Desta maneira, para alcançar a sustentabilidade, é necessário ser socialmente vivível, economicamente justo e ambiental viável.

Todavia, o número de dimensões foi sendo ampliado, podendo chegar a oito, estabelecidas por Sachs (2009), incluindo: cultural, ecológica, territorial, política (nacional) e política (internacional). Esta visão sistêmica sobre o tema faz com que o debate, que inicialmente era focado em questões ambientais, alcance amplitude multidimensional.

Sabendo das similaridades (essência e dimensões) com que o desenvolvimento sustentável se apresenta, cabe esclarecer a abordagem pela qual este trabalho se identifica, salientando-se, assim, os termos “desenvolvimento sustentável” e “sustentabilidade” como sendo análogos.

Conforme argumentado por Van Bellen (2003), o desenvolvimento sustentável é resultado de um longo processo de reavaliação crítica da relação, sociedade e meio ambiente, porque, historicamente antes do seu surgimento, a noção de desenvolvimento estava ligada ao sinônimo de crescimento.

É a partir deste conceito de desenvolvimento sustentável é compreendido como um processo e, em consonância com Gray (2010), neste capítulo usar-se-ão as expressões sustentabilidade e desenvolvimento sustentável não como sinônimos, mas, como termos distintos, apesar de certas similaridades já apontadas. Assim, define-se "sustentabilidade" como algo que se refere a um estado (resultante da interação das organizações, indivíduos, sociedades e estados), enquanto “desenvolvimento sustentável” remete-se ao processo na busca de alcançar esse estado.

Empreendem-se esforços para medir, avaliar e apresentar as pessoas e ao mundo a evolução do processo de desenvolvimento sustentável. Para Savitz e Weber (2007), esta ação é importante, pois quando se está sendo avaliado, muda-se o comportamento e atitudes, para corresponder às expectativas depositadas.

2.2.2 Considerações sobre Índices e Indicadores de Sustentabilidade

A sustentabilidade pode ser baseada na quantificação das taxas de produção em relação ao consumo de recursos naturais (GFN, 2006). Assim, para que haja sustentabilidade, a pressão imposta pela sociedade sobre a natureza deve ficar dentro de limites para os quais a natureza consiga responder de modo equilibrado.

A demonstração destes parâmetros pode ser realizada de forma mais inteligível, por meio de indicadores, que, genericamente, representam o resultado de expressões matemáticas, confrontadas com padrões previamente definidos, utilizados para analisar o desempenho de um processo ou sistema.

Abbot e Guijt (1999) os definem como algo que auxilia a transmissão de um conjunto de informações em relação a complexos processos, eventos ou tendências. Guimarães e Feichas (2009) descrevem como instrumentos de medição entre a situação atual e desejada. Assim, indicador de sustentabilidade é uma métrica usada para determinar se o nível atual (naquele momento) de suas dimensões está dentro do aceitável ou desejável.

A busca por índices e indicadores para essa finalidade ganha volume partir da RIO-92 (já mencionada na introdução). Mikhailova (2004) descreve que a busca por indicadores e índices de desenvolvimento sustentável passam, então, a ser uma questão bem discutida na literatura mundial e nacional.

Os quesitos que ganharam atenção inicial e caráter de urgência foram a falta de metodologia de avaliação quantitativa e a carência de dados estatísticos referentes ao meio ambiente. Van Bellen (2008) cita que, a partir da década de 1990, vários indicadores de sustentabilidade foram desenvolvidos e testados, tanto por instituições internacionais e nacionais.

O PIB foi amplamente usado como indicador do desenvolvimento, enquanto o crescimento econômico era tido como sinônimo de desenvolvimento (SIEDENBERG, 2003). Com a perda desta hegemonia, buscaram-se novos indicadores que possam expressar de maneira mais eficaz a relação de desenvolvimento socioeconômico.

Desde 1990 já se havia a intenção de se criar um índice sintético para o desenvolvimento, sendo nomeado de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que surge em contrapartida ao PIB (GUIMARÃES e FEICHAS 2009). Este índice é resultante de três indicadores (renda, longevidade e escolaridade), entretanto analisar pura e simplesmente estes índices, desconsiderando outras variáveis pode levar o leitor a uma análise superficial.

Todavia, os índices sintéticos podem ser uma boa estratégia para chamar a atenção (VEIGA, 2010, p. 105), “apresentados poderão ser todos muitos úteis se servirem apenas de isca para que cada uma das

dimensões do desenvolvimento seja examinada em paralelo, de forma que as principais discrepâncias sejam enfatizadas”.

A aplicação de Índices e indicadores não se restringe apenas as nações, mas também é amplamente empregado por organizações públicas e privadas. Esses têm por finalidade informar sobre a evolução, servindo de referência para a definição de objetivos, tomadas de decisões e definição de estratégias (SIEDENBERG, 2003).

Os indicadores de responsabilidade corporativa, de acordo com Lima (2007), foram propostos por Hopkins (1997), que definiu em três níveis; princípios de responsabilidade social; processos de capacidade de resposta social e resultados/ações de responsabilidade social. Apresentando-se em harmonia com a metodologia do *Triple Bottom Line* (TBL), que servem para nortear a gestão sustentável nas organizações (SAVITZ; WEBER, 2007).

Quadro 2 - Aspectos mensuráveis na metodologia do TBL

Econômico	Ambiental	Social
Vendas, Receitas, Retorno Sobre Investimentos (ROI)	Qualidade do ar	Práticas de emprego
Impostos Pagos	Qualidade da Água	Impactos na comunidade
Fluxos Monetários	Uso de Energia	Direitos Humanos
Criação de Empregos	Produção de Lixo	Responsabilidade na Produção

Fonte: Adaptado de Savitz e Weber (2007)

Entre os indicadores usados pelas organizações para demonstrarem a efetividade de suas ações sustentáveis, é comum o *Global Reporting Initiative* (GRI). Os Padrões GRI de Relatórios de Sustentabilidade (Normas GRI) são os primeiros e mais amplamente adotados padrões globais para relatórios de sustentabilidade. Uma prática crescente, cada vez mais adotada pelas organizações, 93% das maiores 250 empresas do mundo informam sobre o seu desempenho da sustentabilidade (GRI, 2017).

A necessidade de as organizações demonstrarem por meio de relatórios suas ações, acordo com Ribeiro (2005, p. 3), dá-se porque, “a comunidade externa adquiriu significativos poderes, deixando-as em situação de grande vulnerabilidade. Por isso, agir certo – e demonstrar que se está agindo certo – tornou-se uma questão fundamental”.

Essa dinâmica impressa pelo mercado (empresa x ambiente de negócios) coloca “em xeque” a conduta das organizações que, em decorrência desta, pode impactar em mudanças na estrutura e nos seus resultados de performance (MATTOS et al, 2009). Percebe-se que com esta nova configuração, torna-se imperativo para as organizações demonstrarem seus resultados abarcados dos parâmetros da sustentabilidade.

Em 2002, a ONU adota o GRI, no alinhamento dos conceitos de sustentabilidade para com as organizações. Este modelo contempla um conjunto abrangente de indicadores que torna os resultados da gestão transparente (LIMA, 2007). Estes relatórios (GRI) são baseados no TBL um dos primeiros modelos de procedimentos e normas, dando origem aos relatórios de sustentabilidade, sendo apontado como sinônimo de outros relatórios, elaborados pelas organizações para descrever os impactos sofridos pelas dimensões econômica, ambiental e social (*Triple Bottom Line*) das organizações (GRI, 2008).

Conforme Cotrim et. al (2006), a metodologia do TBL foi concebida para ajudar as empresas (de petróleo e de gás) a operarem, observando os componentes do desenvolvimento sustentável, representando um salto, da teoria para a prática da sustentabilidade. E neste início de século, o setor que mais tem demandado práticas sustentáveis, devido ao seu impacto ambiental é o do agronegócio.

2.3 DA SUBSISTÊNCIA AO AGRONEGÓCIO

Como mencionado no capítulo introdutório, a prática agrícola pode ser considerada como a “primeira revolução” humana de ordem mundial. Esta revolução alterou o modo de vida do homem que, até então, vivia basicamente da exploração e predação em áreas que possibilitassem recursos necessários à sua sobrevivência.

Os primeiros sistemas originaram-se em regiões pouco extensas e numerosas. As primeiras formas praticadas da agricultura foram em

terras já fertilizadas (vazantes de rios) que não exigiam mudanças no seu sistema natural (ambiente). Foi só no período neolítico, há menos de 10.000 anos que a humanidade começou a cultivar plantas, domesticar e criar animais, transformando, assim, os ecossistemas naturais em ecossistemas artificializados e cultivados (MAZOYER E ROUDART, 2010). Isso permitiu que o homem fixasse moradia em determinada região, muito embora as atividades de coleta e predação ainda permanecessem usuais por um longo período.

As técnicas agrícolas, mesmo de forma primitiva, possibilitaram o processo de sedentarização humana. Com o passar do tempo as ferramentas de pedra e madeira foram substituídas por ferramentas de metal, mais fortes e resistentes, embora a relação entre a procura e a capacidade de disponibilização destas ao mercado fosse desproporcional¹⁰.

A população que até então vinha crescendo de forma constante, porém, num ritmo lento, quando passa a crescer de forma acelerada, desponta preocupações quanto à necessidade de alimentos para satisfazer a demanda crescente. A debruçar-se sobre o tema, Thomas Malthus (1983) foi categórico ao afirmar que a humanidade estaria fadada a guerras e conflitos movidos por disputas entre os povos por terra cultiváveis.

Dentro desta teoria, Malthus (1983) se baseia no crescimento da população, que cresce em progressão geométrica, a produção de alimentos cresce em progressão aritmética. O aumento dessa densidade populacional levaria a escassez de terra cultiváveis e, por conseguinte, a falta de alimentos; sua teoria baseava-se na sua percepção de mundo e sua realidade atual.

Apesar de pessimista, essa teoria se mostra coerente dentro de alguns aspectos. A previsão é que até 2050 a população mundial seja de 9,8 bilhões, 29% a mais do número atual e o crescimento maior será nos países em desenvolvimento. 70% da população será urbana e os níveis de renda serão maiores do que os atuais (AFO, 2017).

Este crescimento é devido, em parte, ao aumento na expectativa de vida, decorrentes de avanço na medicina e, em outra parte, à

¹⁰ Na França, por exemplo, o arado *brabant* duplo apareceu por volta de 1850, mas não havia mais que 200.000 para mais de 5 milhões de estabelecimentos agrícolas em 1900 (MAZOYER E ROUDART, 2010 p. 407).

agricultura que de modo geral proporcionou facilidade no acesso a alimentos mais nutritivos.

Contrariando a pessimista teoria malthusiana, Boserup (1987) apresenta uma outra teoria frente esta mesma realidade. Para ela, a escassez produzida pela pressão populacional, serviria como gatilho para a intensificação de técnicas agrícolas mais eficientes para a produção de alimentos. Considerando outras variáveis, como a capacidade humana de reagir a essa ameaça e a tecnologia que permitem saltos quantitativos e qualitativos no campo da produção de alimentos. Dos séculos XVI ao XIX, a maioria das regiões europeias passaram por uma nova revolução¹¹ no sistema agrícola com a inserção da tecnologia de máquinas.

Foi decorrente do processo de industrialização, as transformações dos espaços geográficos no meio rural, alavancado pela inserção de aparatos tecnológicos destinados à produção agrícola e pecuária, proporcionaram maior mecanização do campo. Mazoyer e Roudart (2010), “a segunda revolução agrícola dos tempos modernos produziu os sistemas motorizados, mecanizados, fertilizados com auxílio de insumos minerais e especializados da atualidade”.

Heredia, Palmeira e Leite (2010) observam que, nas décadas de 1980 e 1990 a substituição da expressão “agricultura (ou pecuária) moderna” pelo termo agroindústria, como também a figura dos complexos agroindustriais (CAI), assinalando a integração da agricultura e a indústria.

O agronegócio é derivado da tradução de *agribusiness* conceituado pelos norte-americanos John Davis e Ray Goldberg, no final da década de 1950. Considerando o agronegócio como um sistema integrado, algo muito mais abrangente do que apenas a ideia de, agricultura e pecuária (BATALHA; SILVA, 2007).

Heredia, Palmeira e Leite (2010) destacam que, apesar de apresentarem elementos recorrentes e serem usados como sinônimos, estes termos (agricultura moderna, complexos agroindústrias e agronegócio) não são coincidentes.

¹¹ A primeira revolução agrícola dos tempos modernos, assim denominada por ter-se desenvolvido em estreita ligação com a primeira revolução industrial (MAZOYER E ROUDART, 2010 p.353).

Cabe mencionar ao final desta seção que o agronegócio é mais abrangente do que equipamentos ou um conjunto de unidades agrícolas, pois seu cerne está na ênfase da complexidade do gerenciamento do negócio e a maior parte de seu desenvolvimento enquanto setor (ou complexo) só foi possível pelos “saltos” tecnológicos previstos por Boserup (1965; 1987), para quem o avanço da tecnologia para agropecuária e agroindústria, muitas vezes, era resultante das pressões do crescimento populacional e conseqüentemente da demanda por alimentos. A FAO (2015) estima que o ritmo atual de consumo implicaria que em 2050 seria necessário 60% a mais de comida, 50% a mais de energia e 40% a mais de água.

2.4 DA TECNOLOGIA

Esta seção trata de tecnologia, que em primeira interpretação, pode remeter à adoção de equipamentos, máquinas e computadores. Todavia, a ideia de que tecnologia seja algo novo ou atual nem sempre é procedente. Busca-se nesta seção abordar o tema com maior amplitude quanto a esse aspecto conceitual.

Kenski (2008, p. 15), relata que, “[...] as tecnologias são tão antigas quanto à espécie humana”. Na pré-história, o homem luta pela sobrevivência, utilizando-se de paus e pedras como artefatos para defesa e caça de outros animais. O homem cria ferramentas para superar suas limitações e compreende que a resistência ao meio ambiente hostil era facilitada pela organização de grupos em prol de um objetivo (DIAS, 2006). Assim, a tecnologia, embora de forma rudimentar também está associada à evolução do próprio homem.

É possível analisar a tecnologia de maneira epistemológica. Então, ao debruçar-se sobre a questão etimológica, neste caso, remete-se à Grécia antiga, onde aparecem as *techné*. Segundo Vargas (1994, p.18), “As ‘*techné*’ gregas eram, em princípio, constituídas por conjuntos de conhecimentos e habilidades profissionais transmissíveis de geração a geração”. Constituindo uma forma elaborada e sistematizada de técnica aperfeiçoada de geração em geração pela educação, abrangendo desde as artes, até os modos de produção (VIEIRA PINTO, 2005).

Para Silva (2002, p. 14), “o uso do termo ‘tecnologia’, oriundo da revolução industrial no final do Século XVIII, tem sido generalizado para outras áreas do conhecimento, além dos setores da indústria têxtil e

mecânica”. Kenski (2008) destaca que a maneira de fazer algo ou a habilidade com a qual lidamos com cada tipo de tecnologia e denominada de técnica.

Quanto à tecnologia, Silva (2002, p.16) explica que ela pode ser vista como “um dos conjuntos dos conhecimentos aplicados a um determinado processo produtivo”. Na visão de Kenski (2012, p. 18), “ao conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade nós chamamos de tecnologia”.

Contudo, cabe mencionar que esta proximidade conceitual não se torna tão evidente quando se analisa o direcionamento dos autores, pois enquanto Kenski (2008) traz uma visão abrangente do significado, Silva (2002) aponta diretamente para um campo organizacional, especificamente dos meios de produção.

A conceituação de tecnologia é ampliada por Bastos (1998, p. 33) para quem ela transcende à dimensão técnica, de desenvolvimento ou pesquisas laboratoriais: “ela envolve dimensões de engenharia de produção, qualidade, gerência, marketing, assistência técnica, vendas entre outras, o que a torna um vetor fundamental da cultura das sociedades”.

Os diferentes tipos de abordagens são descritos por Gianezini (2011), que explica que o estudo da tecnologia (incluindo sua geração, exploração e difusão) pode ser abordado por meio de três vertentes teóricas complementares: a sociológica, a evolucionária e a econômica. Dentro deste contexto, no processo de transformação, a tecnologia é apropriado pela sociedade até produzir benefícios sociais e econômicos, sendo esse paradigma denominado “ciência como motor do progresso” (VELHO, 2011).

De acordo com Laranja, Simões e Fontes (1997), a tecnologia pode ser classificada segundo a suas dimensões (materializada, documentada e imaterial) e sua disponibilidade (imediate e não imediata) como mostra o quadro abaixo.

Quadro 3 - Dimensões da tecnologia

	Descrição	
Dimensões	Imediata	Não imediata

Materializada	Uso imediato	Adaptabilidade
Documentada	Manuais, livros, revistas, publicações da especialidade.	Protegida por patentes e direitos intelectuais.
Imaterial	Acesso/recurso a pessoas e equipes com experiência no domínio em causa	Implícita ou tácita, requer esforço de formação ou assimilação.

Fonte: Laranja, Simões & Fontes (1997).

O Quadro 3 representa as três dimensões assumidas pela tecnologia e correlaciona-as com os tipos ou possibilidades. A tecnologia ou inovação tecnológica é explicada por Laranja, Simões e Fontes (1997), o conhecimento tecnológico resulta em novos produtos, processos ou serviços, ou ainda em melhorias de seus atributos.

Essa tecnologia não se restringe apenas a novos equipamentos e produtos. Kenski (2012, p. 21), “[...] as tecnologias transformam suas maneiras de pensar, sentir e agir. Mudam também suas formas de se comunicar e de adquirir conhecimentos”.

A tecnologia é desdobrada e/ou classificada em cinco tipos e/ou categorias em Pedroso (1999), citando (STONEBRAKER & LEONG, 1994).

- tecnologia de processo, que aborda a pesquisa, o desenvolvimento e a introdução de novas tecnologias de processo (ex.: a utilização de moldes de espuma em substituição aos moldes metálicos no processo de fundição de motores na fábrica ‘Saturn’ da ‘General Motors’);
- tecnologia de materiais, que considera a pesquisa, o desenvolvimento e a introdução de novos materiais (ex.: a utilização de materiais desenvolvidos para aplicações espaciais, tais como o grafite e alguns tipos de plástico, na fabricação de bicicletas);
- tecnologia de produtos e serviços, que

contempla a pesquisa, o desenvolvimento e a introdução de novos produtos e serviços (ex.: em relação a novos produtos, ou desenvolvimento de novos processadores – ou ‘chips’ – na indústria de computadores; quanto aos novos serviços, o conceito de bancos virtuais e a utilização dos serviços bancários pela ‘internet’);

- tecnologia de informação, que diz respeito à pesquisa, ao desenvolvimento e à introdução de novas tecnologias de informação (ex.: a utilização de EDI’s de maneira integrada aos Sistemas ERP);

- tecnologia de gestão, que considera a pesquisa, o desenvolvimento e a introdução de novas técnicas de gestão. Na realidade atual, podem ser citados a implantação do Sistema da Qualidade QS 9000, a aplicação do conceito de ECR – ou Efficient Consumer Response’ –, a implantação dos denominados Sistemas de PPCP com Capacidade Finita (PEDROSO & CORRÊA, 1996) (ou FCS – ‘Finite Capacity System’, também denominados recentemente de APS – ‘Advanced Planning Systems’), bem como a utilização de sistemas de suporte à decisão para planejamento de redes de suprimentos.

Essa categorização da tecnologia configura-se, na sua materialização em produtos e materiais, documentos em processos e gestão e imaterial na forma de informações. Essa formulação é resultante do uso do conhecimento humano e científico denominado de tecnologia (VIERA PINTO, 2005).

Ademais, a tecnologia não apenas altera a maneira de realizar atividades, mas elas impactam na cultura, mudando o próprio modo de vida da sociedade, introduzindo novos hábitos e costumes, os quais não seriam possíveis sem os tais avanços. Segundo Lima Filho e Queluz (2005), a tecnologia é uma presença marcante em todas as dimensões da vida social, pública ou privada, assumindo papel central na sociabilidade.

Deste modo, percebe-se a tecnologia como algo intrínseco à vida humana, tão latente quanto a cultura, o ambiente ou a própria sociedade, que podem contribuir para a sustentabilidade por meio das tecnologias sustentáveis.

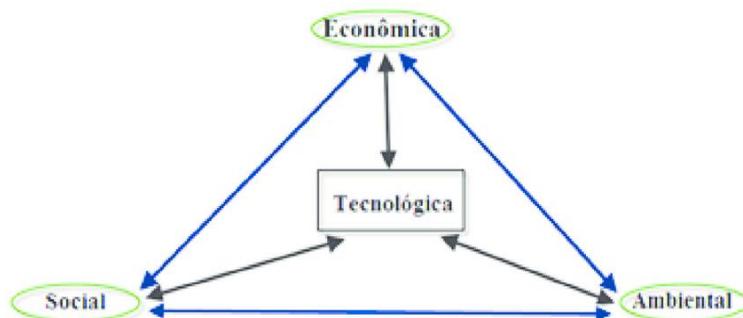
2.4.1 Tecnologias Sustentáveis

A consciência sobre a necessidade de preservação do meio ambiente, em decorrência da exploração deste para o processo de desenvolvimento, começa a ser presenciada no final do século XX. A mudança do paradigma tecno-econômico acaba gerando diversos impactos conforme Furnival (2000, p. 75), isso “não apenas leva ao surgimento de uma nova série de produtos, serviços, sistemas e indústrias por si mesmo; mas também afeta direta ou indiretamente quase todos os outros ramos da economia”.

Este novo modelo aparece em detrimento do surgimento/alteração do novo cenário que tem por base, o consumo e as exigências crescentes (decorrentes de uma diminuição da mortalidade infantil e um aumento na expectativa de vida (CMMAD, 1987), e o processo de globalização com o advento de novas tecnologias, e a diminuição da vida útil dos produtos, pois a busca de manter o crescimento traz consigo técnicas de produção que causam grandes impactos ao ambiente (JUNIOR, 2006).

Para Mata-Lima et al (2013, 48), o desenvolvimento sustentável, “... deve considerar de modo transversal e equilibrado as dimensões ambiental, social e econômica, recorrendo sempre a melhor tecnologia disponível para atingir os objetivos preconizados”.

Figura 5 - Dimensões do triângulo de sustentabilidade



Fonte: Mata-Lima et al (2013)

Desta maneira, tem-se a tecnologia como uma ferramenta que pode contribuir para alcançar de modo eficiente objetivos do desenvolvimento sustentável e na prevenção de desastres ambientais.

O consumismo vem causando problemas em diversos âmbitos, sendo os ambientais os mais questionados. Van Bellen (2003) corrobora que, embora esses desastres ambientais sejam esporádicos e localizados, são proporcionalmente menores que os danos cumulativos que o meio ambiente vem sofrendo durante sucessivos anos de degradação ao planeta.

A preocupação como planeta em relação ao modelo socioeconômico começa a tomar corpo e maior notoriedade na década de 1990, dando destaque aos termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Neste contexto, desponta também a propagação do uso do adjetivo, sustentável.

A tecnologia sustentável está diretamente relacionada ao emprego de tecnologias com baixo (ou que sua aplicação reduza o) impacto ambiental. Diante desta premissa, apresentam-se uma variedade de terminologias utilizadas para designar o termo, nesta obra adotado como tecnologia sustentável.

Em consonância com Hall e Clark (2003), ao argumentarem que a confusão conceitual em torno da união dos conceitos “tecnologia” e “ambiente natural” é relevante, uma vez que tende a provocar discussões críticas sobre as variações terminológicas relativas a este conceito.

Foram encontradas diferentes terminologias para o uso da tecnologia dentro desta linha teórica. A ONU, por exemplo, utiliza

comumente o termo “tecnologia limpa” ao referenciar as aplicações renováveis, eficientes e ambientalmente corretas (ONU, 2017).

O mesmo adjetivo “limpa” aparece na discussão sobre o potencial comercial de novos produtos e tecnologias dotadas eficiência e responsabilidade para com o meio ambiente, sabendo que grande parte deste processo acontece no setor privado, recai sobre o governo a responsabilidade de fomentar esta mudança (HALL E CLARK, 2003).

No campo da Tecnologia e Informação (TI), a abordagem relacionada ao consumo eficiente de energia se apresenta como uma tendência, tendo por objetivo erradicar senão amenizar os danos causados pelos equipamentos eletroeletrônicos. Deste modo, tem-se incorporado o uso do adjetivo “verde” que vem sendo empregado para o uso eficiente dos recursos naturais, fazendo menção à ecoeficiência, remetendo sua origem a década de 1980 (FERREIRA, 2009).

O termo “ambientalmente sustentáveis” é encontrado no Capítulo 34, item 1 da Agenda 21 (mencionada no capítulo introdutório desta dissertação). “As tecnologias ambientalmente saudáveis protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir” (ONU, 1992, *online*).

Essas tecnologias não são isoladas e compreendem sistemas totais que incluem além de tecnologia de processos e produtos, também, conhecimentos técnicos-científicos, bens e serviços, equipamentos até procedimentos de organização e manejo.

Verificou-se também a aplicação do termo “Ambiental”, Tecnologia Ambiental, identificada como a responsável pelo conhecimento da natureza, seus processos nos recursos naturais, as consequências das alterações antrópicas, seus aspectos e impactos ambientais, as ações preventivas e as tecnologias corretivas que visam à melhoria, à recuperação da qualidade ambiental e à preservação dos recursos naturais da vida no Planeta.

Considerando que essa área de conhecimento envolve diversas disciplinas, e suas práticas exigem profissionais das áreas de educação, tecnologia, administração, engenharia, biologia, física, geologia, etc. (MEC, 2017).

Ainda se averiguou o uso da expressão “tecnologias sociais – produtos, técnicas ou metodologias replicáveis, desenvolvidas na

interação com a comunidade –, representando efetivas soluções de transformação social, por meio do saber popular, organização e conhecimento técnico-científico” (INSTITUTO ETHOS, 2014).

Por conseguinte, vencidos os desafios da conceituação apresentados pela pluralidade de termos (adjetivos) associados à tecnologia, adotou-se para esta pesquisa a aplicação do termo “sustentável” como o mais indicado, partindo do pressuposto que este, é precedido pelo ambiental ultrapassando esta dimensão, associando o econômico e social.

Este pressuposto se apresenta em conformidade com a CMMAD (1991), “A tecnologia continuará a mudar a tessitura social, econômica e cultural das nações e da comunidade mundial; as tecnologias novas oferecem grandes oportunidades para elevar a produtividade e os padrões de vida, melhorar a saúde e conservar as bases dos recursos naturais”. Compreende-se que essa tecnologia perpassa por todas as dimensões assim, é justificável a utilização da expressão, tecnologias sustentáveis.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são discutidos os resultados, abordando-se a fundamentação teórica com a análise da revisão sistemática que representa o mapeamento dos trabalhos científicos publicados nas bases de dados pesquisadas.

Esta revisão sistemática teve por propósito elaborar o estado da arte. Finalizando, apresentam-se subsídios para proposição de indicador de sustentabilidade tecnológica na agroindústria

3.1 O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

O agronegócio vem ganhando destaque no Brasil já há algum tempo, após a abertura econômica do país na década de 1990 até os dias atuais. É um dos fatores-chaves no desempenho da balança comercial.

Com o crescimento do agronegócio, mesmo em um momento difícil para a economia brasileira, é perceptível a sua força para o país.

Segundo dados do governo brasileiro, mais uma vez, o Produto Interno Bruto (PIB) da agropecuária foi positivo. Em 2015, enquanto o PIB total nacional retraiu 3,8%, em 2015, o do agronegócio cresceu 1,8%, em relação a 2014 (0,4%) (BRASIL, 2016).

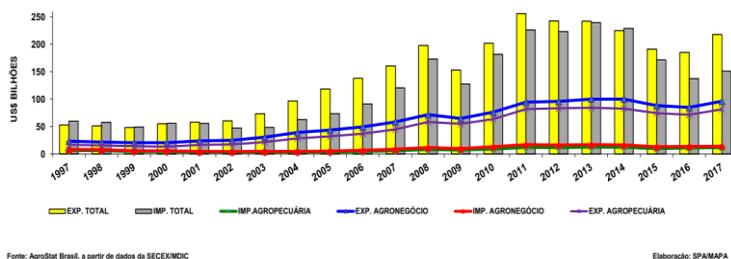
Este desempenho vem sendo destaque há alguns anos, superando o crescimento apresentado pelo PIB Total brasileiro.

Analisando os dados de CEPEA (2014), observa-se que a renda do agronegócio (PIB a preços reais de cada ano) é substancialmente influenciada por fatores macroeconômicos domésticos e internacionais.

Sob o aspecto doméstico, há, por outro lado, uma relação de interdependência setorial, se o agronegócio cresce, contribui para o crescimento em volume dos demais setores e, conseqüentemente, para o país como um todo.

O gráfico da figura 5 representa numa série histórica (1997-2017) a variação da balança comercial do agronegócio em relação ao total das exportações e importações brasileiras em bilhões de dólares.

Figura 6 - Balança Comercial do Agronegócio Brasileiro



Fonte: Brasil (2018)

Este setor vem participando de forma ativa da economia do país. Em 2015, representou 21,35% do Produto Interno Bruto, sendo que, de janeiro a dezembro de 2016, o PIB do agronegócio brasileiro acumulou crescimento de 4,48% (CEPEA, 2017). O setor agropecuário representa 48% das exportações totais do país, de acordo com a CAN - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (EBC, 2017).

Embora os percentuais apresentados possam parecer pouco expressivos, vale lembrar que a economia brasileira fechou os anos de 2015 e 2016 com queda no PIB, tendo um desempenho inferior a períodos anteriores. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), após encerrar o ano de 2015 com uma queda de 3,8%, no ano de 2016 o PIB ficou na casa dos R\$ 6,3 trilhões, o que representa uma retração de 3,6%.

Ainda de acordo com os dados estatísticos apresentados pelo IBGE, a queda do biênio (2015/2016) representa a maior recessão enfrentada pelo Brasil desde 1948.

O Produto Interno Bruto da agropecuária cresceu 1,8% no ano de 2015 em relação a 2014, entretanto a média do setor é de 3,6% nos últimos 19 anos, os números também são expressivos na geração de empregos, 9,8 mil em 2015 (BRASIL, 2016).

O Brasil, após abertura econômica começa a demonstrar sua vocação agrícola, observada nos dados da tabela 2, e que possui uma forte representação econômica para o país, como corrobora (BATALHA E SILVA, 2007).

Figura 7 - Dados brasileiros da balança comercial

Ano	Exportações			Importações			Saldo	
	Total Brasil (A)	Agronegócio (B)	Part. % (B/A)	Total Brasil (C)	Agronegócio (D)	Part. % (D/C)	Total Brasil	Agronegócio
1989	34,383	13,921	40,49	18,263	3,081	16,87	16,119	10,840
1990	31,414	12,990	41,35	20,661	3,184	15,41	10,752	9,806
1991	31,620	12,403	39,23	21,040	3,642	17,31	10,580	8,761
1992	35,793	14,455	40,38	20,554	2,962	14,41	15,239	11,492
1993	38,555	15,940	41,34	25,256	4,157	16,46	13,299	11,783
1994	43,545	19,105	43,87	33,079	5,678	17,16	10,466	13,427
1995	46,506	20,871	44,88	49,972	8,613	17,24	-3,466	12,258
1996	47,747	21,145	44,29	53,346	8,939	16,76	-5,599	12,206
1997	52,994	23,376	44,11	59,747	8,197	13,72	-6,753	15,178
1998	51,140	21,555	42,15	57,763	8,045	13,93	-6,624	13,511
1999	48,013	20,501	42,70	49,302	5,697	11,56	-1,289	14,804
2000	55,119	20,605	37,38	55,851	5,759	10,31	-0,732	14,845
2001	58,287	23,866	40,95	55,602	4,805	8,64	2,685	19,061
2002	60,439	24,846	41,11	47,243	4,452	9,42	13,196	20,394
2003	73,203	30,653	41,87	48,326	4,750	9,83	24,878	25,903
2004	96,677	39,035	40,38	62,836	4,836	7,70	33,842	34,200
2005	118,529	43,623	36,80	73,600	5,112	6,95	44,929	38,511
2006	137,807	49,471	35,90	91,351	6,699	7,33	46,457	42,772
2007	160,649	58,431	36,37	120,617	8,732	7,24	40,032	49,699
2008	197,942	71,837	36,29	172,985	11,881	6,87	24,958	59,957
2009	152,995	64,786	42,34	127,722	9,900	7,75	25,272	54,885
2010	201,915	76,442	37,86	181,768	13,399	7,37	20,147	63,043
2011	256,040	94,968	37,09	226,247	17,508	7,74	29,793	77,460
2012	242,578	95,814	39,50	223,183	16,409	7,35	19,395	79,405
2013	242,034	99,968	41,30	239,748	17,061	7,12	2,286	82,907
2014	225,101	96,748	42,98	229,154	16,614	7,25	-4,054	80,134
2015	191,134	88,224	46,16	171,449	13,073	7,63	19,685	75,151

Fonte: DAC / SRI / MAPA (2015)

O saldo do agronegócio na balança comercial (exportações deduzidas as importações) conforme a tabela mostra-se superavitário mesmo em momentos (anos de 1995 a 2000) em que o saldo total do Brasil é deficitário. Apresentando o ano de 2013 como o de maior resultado da sua história.

O bom desempenho alcançado pelo agronegócio nos últimos anos é baseado quase exclusivamente pelo aumento da produtividade, considerando os investimentos feitos em novas tecnologias (NOVAES et al., 2009).

Não apenas nas séries históricas que agronegócio brasileiro demonstra números expressivos, nas projeções a longo prazo para 2024/2025 realizadas pelo MAPA (2015), o setor apresenta um potencial em relação a sua participação no cenário mundial, sobressaindo-se nas exportações de carne de frango e soja em grãos.

Figura 8 - Projeção - Exportação de Produtos Agrícolas em 2024/25

Países	Milhões de Toneladas	Participação no Comércio Mundial (%)
Milho		
Estados Unidos	63,5	44,6
Brasil	25,3	17,8
Antiga União Soviética	23,4	16,4
Argentina	15	10,5
Mundo	142,5	100,0
Soja em Grão		
Brasil	69	45,9
Estados Unidos	50,2	33,4
Argentina	12,4	8,2
Outros Sul Americanos	11,2	7,4
Mundo	150,4	100,0
Farelo de soja		
Argentina	38,1	50,3
Brasil	17,9	23,6
China	1,0	1,3
Índia	1,7	2,2
Estados Unidos	11,1	14,6
Mundo	75,8	100,0
Óleo de Soja		
Argentina	5,8	49,6
Brasil	1,8	15,4
União Européia	0,6	5,1
Estados Unidos	1,4	12,0
Mundo	11,7	100,0
Carne Bovina (Equivalente carcaça)		
Índia	3,3	32,5
Brasil	2,7	26,5
Austrália	1,7	16,3
Estados Unidos	1,6	15,6
Mundo	10,1	100,0
Carne de Frango (Equivalente carcaça)		
Brasil	5,0	41,5
Estados Unidos	4,3	36,0
União Européia	1,2	10,1
Tailândia	0,9	7,4
China	0,6	5,0
Mundo	12,0	100,0
Carne de Porco (Equivalente carcaça)		
Estados Unidos	2,7	34,4
União Européia	2,6	32,6
Canadá	1,3	16,2
Brasil	0,8	10,5
China	0,3	4,2
México	0,2	2,1
Mundo	8,0	100,0

Fonte: MAPA (2015)

Apesar dos bons índices das projeções, num apanhado geral, Novaes et al (2009) destacam que há ainda obstáculos que têm influência para o sucesso do agronegócio, sendo os principais a ineficiência dos serviços públicos de infraestrutura, modal de transportes, logística e falta de terra para a produção agropecuária.¹²

3.1.1 O Sistema Agroindustrial

No âmbito do agronegócio, o segmento agroindustrial se confunde com a relevância da própria cadeia, pois mesmo que represente um elo, torna-se mais um menos influente junto a produtores e consumidores conforme o tipo de produtos alimentares.

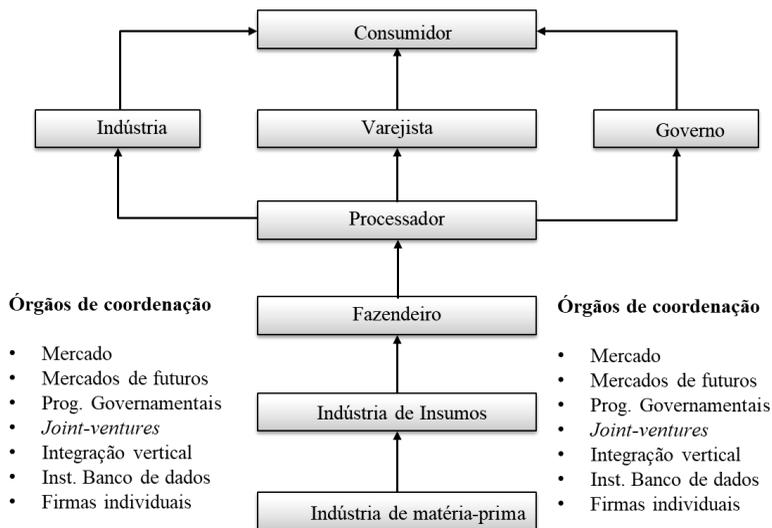
Davis e Goldberg (1957) descrevem as cadeias agroindustriais como uma série de etapas inter-relacionadas, desde a produção da matéria-prima, passando por diferentes agentes até o consumidor final.

A integração (agricultores e agentes) no qual o desempenho e a viabilidade “dos agricultores dependem de um conjunto de fatores e agentes que formam um sistema, mais ou menos integrado ou harmônico, desloca a análise para a cadeia agroindustrial e requer um enfoque sistêmico” (BATALHA et al., 2004 p. 01).

Esse enfoque sistêmico das cadeias agroindustriais é representado pela figura 3, onde temos a interação dos agentes e o esquema da estrutura. O sistema do agroindustrial (SAG) ilustrado elenca os diferentes elos envolvidos nesta complexa estrutura que o representa, cuja ligação, a interação e a interdependência entre os diferentes atores que “dão vida” a esse organismo representam a soma de todas as operações envolvidas neste processo.

¹² Aqui também pode-se mencionar os desafios a serem superados pelo setor, que foram sintetizados pelo presidente da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Maurício Antônio Lopes. Em entrevista à periódico de larga circulação, ele pontuou: estresses hídricos, mudanças climáticas, emissões na agropecuária, desperdício de alimentos, mão de obra no campo, nutrição e saúde, segurança biológica, energia, preocupação social e o turismo rural (GLOBORURAL, 2014).

Figura 9 - Esquema sistêmico da Agroindústria



Fonte: Adaptado de Shelman (1991).

Desdobramentos decorrentes destes processos em diferentes áreas da agricultura e da pecuária provocaram mudanças no setor, criando demandas entre seus agentes. Surge então a figura das cadeias de demandas, que passam a existir entre as etapas e têm por objetivo gerar receita por meio da “compreensão do consumidor e gestão da demanda; e o objetivo do fornecimento é alinhar os processos de negócios dentro e entre as empresas, aumentando a eficácia” (GIANEZINI, 2012, p. 48).

Por fim, como outro resultante dos SAGs, Zylbersztajn (1999, p. 01) comenta sobre a evolução na agricultura e pecuária nas últimas décadas, que vem concretizando programas e/ou agendas com formato próprio e bem definido, voltado para a pesquisa, a educação e a consultoria, áreas que vão ao encontro das atividades do autor desta dissertação (como mencionado na justificativa).

3.2 ESTADO DA ARTE

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de compreender o

cenário das publicações sobre o tema tecnologia e sustentabilidade na agroindústria ou no agronegócio, os quais são discutidos em âmbito internacional.

Para isso, optou-se por realizar uma busca sistemática na base de dados *Scopus*, que abrange o cenário internacional e na base de dados *Scielo*, para artigos publicados na América latina. A mesma busca também foi realizada em uma base brasileira a *Spell*, na qual, no entanto, não foram encontrados artigos com as palavras-chave utilizadas.

A busca foi realizada no dia 3 de janeiro de 2018, com um processo de filtragem em cada base com o uso das palavras-chave *technolog**, *Sustainability*, *Agro-industry* e *Agribusiness* para a *Scopus*.

Para as bases de dados *Scielo* e *Spell* foram utilizados os termos em português. É válido ressaltar que o símbolo (*) utilizado no final de uma das palavras-chave, é utilizado para buscar palavras que possuem diferentes terminações.

Conforme os quadros 4, 5, 6, 7, 8 e 9 abaixo, o processo de filtragem resultou em um total de 77 artigos e ao eliminar aqueles que se repetiam concluiu-se a busca com 71 artigos para análise do cenário destas publicações, bem como para a elaboração do estado da arte sobre o tema em questão.

Quadro 4 - Processo de Filtragem 1

	Palavras-Chave	<i>Scopus</i>
Filtro 1	<i>technolog*</i> (titulo+resumo+palavras)	41
	<i>Sustainability</i> (titulo+resumo+palavras)	
	Agro-industrial (titulo+resumo+palavras)	
Filtro 2	Artigos	22
Filtro 3	Inglês, português e espanhol	21

Fonte: Dados da pesquisa.

O processo de filtragem representada no quadro 4, realizado na base de dados *Scopus*, tendo como filtro 1 os termos de busca (palavras-chaves) dentro do título, resumo e palavras-chaves das obras pesquisadas, trazendo 41 resultados. O filtro 2 considerou apenas as obras que se enquadram como artigo científico, desconsiderando outras publicações, contabilizando 22 artigos. O terceiro filtro considerou

apenas artigos publicados nas línguas inglesa, portuguesa e espanhola, apresentando ao final deste processo 21 resultados.

Quadro 5 - Processo de Filtragem 2

	Palavras-Chave	Scopus
Filtro 1	technolog* (titulo+resumo+palavras)	17
	Sustainability (titulo+resumo+palavras)	
	Agro-industry (titulo+resumo+palavras)	
Filtro 2	Artigos	13
Filtro 3	Inglês, português e espanhol	13

Fonte: Dados da pesquisa.

Do mesmo, o processo de filtragem 2 no quadro 5, repetem os procedimentos adotados na etapa anterior, alterando apenas a terceira palavra do termo de busca de Agro-industrial para *Agro-industry*, mantendo os demais parâmetros e procedimentos inalterados. Assim, tem-se 13 artigos retornados.

Quadro 6 - Processo de Filtragem 3

	Palavras-Chave	Scopus
Filtro 1	technolog* (titulo+resumo+palavras)	61
	Sustainability (titulo+resumo+palavras)	
	Agribusiness (titulo+resumo+palavras)	
Filtro 2	Artigos	42
Filtro 3	Inglês, português e espanhol	41

Fonte: Dados da pesquisa.

Seguindo este mesmo procedimento, ainda na mesma base de dados, altera-se novamente o termo de busca *Agro-industry* para *Agribusiness* também mantendo os demais parâmetros inalterados, como resultado 41 artigos foram retornados.

Quadro 7 - Processo de Filtragem 4

	Palavras-Chave	Spell
Filtro 1	Tecnologia	0
	Sustentabilidade	
	Agroindústria/agronegócio	

Fonte: Dados da pesquisa.

No quadro 7, tem-se a abordagem adotada para a base de dados *Spell*, onde aplicando o filtro 1, definindo as palavras chaves no termo de busca, não retornou nenhum resultado.

Quadro 8 - Processo de Filtragem 5

	Palavras-Chave	SciELO
Filtro 1	Tecnologia	1
	Sustentabilidade	
	Agronegócio	

Fonte: Dados da pesquisa.

Na base de dados *SciELO*, filtraram-se as palavras chaves do termo de busca, retornando um artigo como resultado de busca. O mesmo resultado foi retornado alterando-se o termo de busca na substituição do termo Agronegócio para Agroindústria.

Quadro 9 - Processo de Filtragem 6

	Palavras-Chave	SciELO
Filtro 1	Tecnologia	1
	Sustentabilidade	
	Agroindústria	

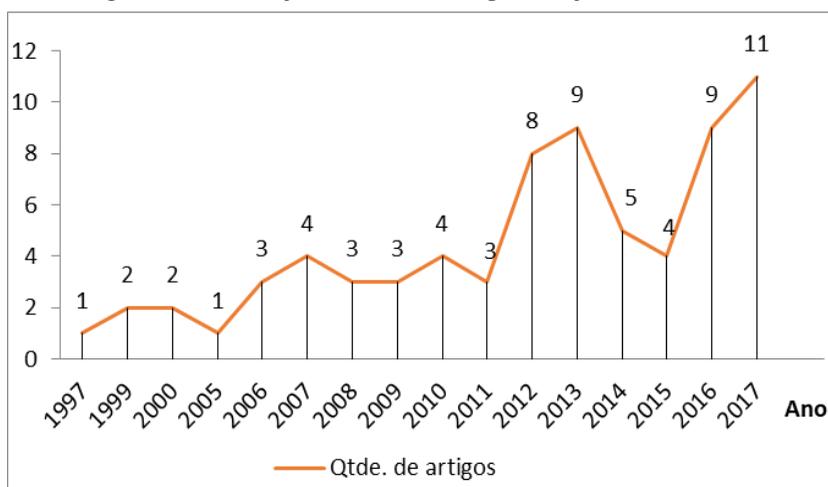
Fonte: Dados da pesquisa.

Após o processo de filtragem, as informações dos artigos, tais como: base de dados, ano, autores, instituição, país ao qual a instituição pertence, (vale ressaltar que o país do autor não informado pode não ser,

o mesmo da instituição a qual representa), título do artigo e revista, foram organizados em um quadro (apêndice 1) para melhor visualização do cenário das publicações.

A pesquisa não se limitou a nenhum período específico, tendo como resultado artigos de 1997 a 2017, sendo que 2017 foi o ano em que houve um ápice de publicações sobre o tema nas bases pesquisadas, com o total de 71 artigos conforme mostra o gráfico 2 abaixo.

Figura 10 - Evolução do número de publicações (1997-2017)



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Percebe-se, também, ao observar o Gráfico da figura 7, que as publicações aumentaram no ano de 2012 e 2013, tendo uma queda nos dois anos seguintes, mas retornam a crescer em 2016.

O ano de 2017, que representa o maior pico de publicações, totalizando 11 artigos, entretanto, não foram encontradas na pesquisa, informações que explicassem tal fenômeno em relação a esse período.

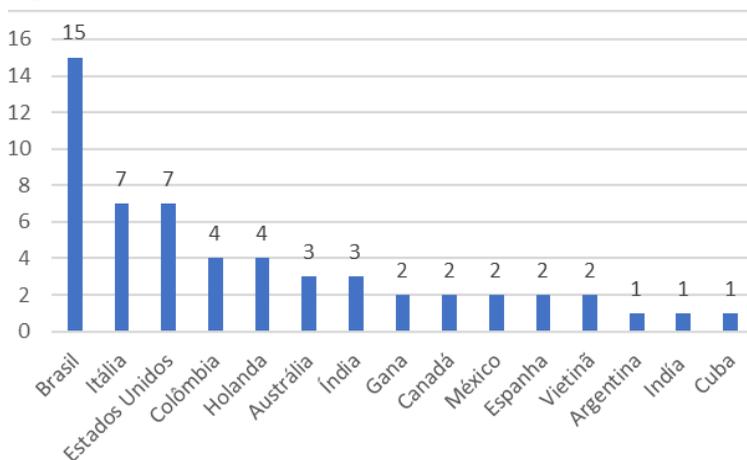
Vale ressaltar que, a “ONU define 2017 como Ano Internacional do Turismo Sustentável” (BRASIL 2017), porém não foi possível (dentro das limitações desta pesquisa) evidenciar dados, correlacionando estes eventos. Assim, fomentam-se novas possibilidades de estudos que preencham a lacuna deixada por esta pesquisa.

Os países que tiveram mais instituições que publicaram sobre o

tema foram: Estados Unidos, Brasil e Itália, respectivamente. Também foram nestes países que aconteceram as realizações e/ou aplicações destas pesquisas, contudo há uma alteração na ordem, ficando Brasil em primeiro, seguida da Itália e Estados Unidos, ambos com o mesmo número de publicações.

O gráfico da figura 8 representa os principais números destes estudos, outros países que tiveram apenas um estudo observado não foram contemplados neste gráfico, devido visualização.

Figura 11 - Estudos realizados por País

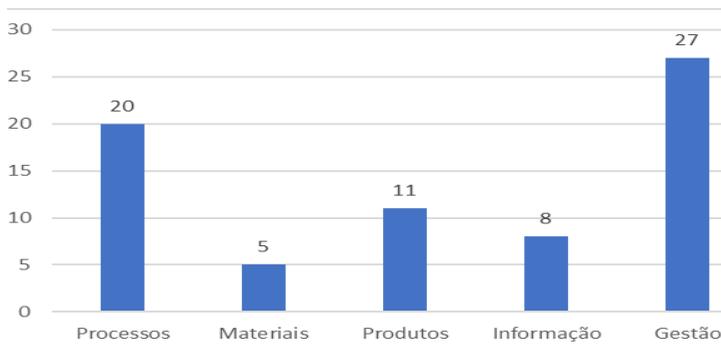


Fonte: Dados da pesquisa.

O periódico *Journal of Cleaner Production* se destacou com 5 artigos publicados no total, os demais ficaram entre 1 ou 2 publicações apenas. Nenhum autor, dentro do campo desta pesquisa, publicou mais de um artigo sobre tecnologia e sustentabilidade na agroindústria/agronegócio. Todas estas informações estão detalhadas no apêndice 1 deste trabalho.

As publicações selecionadas (71) foram então categorizadas e agrupadas de acordo com o tipo de tecnologia, resultando na configuração visualizada no gráfico 4.

Figura 12 - Categorização das Tecnologias do estudo



Fonte: Dados da pesquisa.

As tecnologias de Gestão apresentam os maiores resultados. É adequado observar que dentro desta categoria foram examinados estudos relativos a análises comparativas de modelos de negócio, políticas públicas, de custo, retorno de investimentos, *marketing* e estratégias. As demais categorias apreciadas não apresentaram a mesma diversificação.

Após a categorização das tecnologias, foram selecionados 11 artigos que apresentaram aderência à abordagem deste estudo, sendo, dois em processos, Ramírez Gil (2017), e Hanson, et. al (2008). Em tecnologia de materiais, um artigo, Phélinas e Choumert (2017),

Na parte de produtos, duas obras, Jongebreur (2000) e (Braga, 2016), em tecnologias de informações dois artigos, Costa et. Al, (2013) e Jha et. al (2006). Em tecnologias de gestão, quatro artigos, Santos et al (2017), Kock et. al (2014), Vanclay et. al (2013) e Cunha(2011)

Com base no mapeamento dos trabalhos científicos, estes foram analisados e sintetizados os resultados de suas pesquisas. E apresentados de acordo com o conteúdo relacional e a percepção do autor quanto à aderência ao estudo elaborado.

Os artigos abordam a tecnologia aplicada ao agronegócio/agroindústria como um meio plausível para alcançar a sustentabilidade dentro deste setor. Apresentam-se como resultados positivos destas pesquisas o aumento da renda, desempenho superior da produção e melhor qualidade do trabalho/vida na agricultura) frente à utilização de pacotes tecnológicos (este conteúdo será abordado mais detalhadamente no item 3.3).

Para Ramírez Gil (2017), o estudo realizado em 30 pequenas unidades produtivas na Colômbia na safra de cana-de-açúcar que tem grande importância para a economia rural do país, voltada para a produção de “panela” (açúcar de cana não refinado). Dentre os resultados catalogados, demonstram-se problemas associados ao baixo nível tecnológico e processamento deficiente da agroindústria. Ressaltam que estes resultados indicam a necessidade de reengenharia (adaptações tecnológicas que melhorem a produtividade e a qualidade do produto e gerem valor agregado) deste sistema. Sugere-se como estratégia, o uso efetivo das tecnologias da informação.

Hanson, et. al (2008) descrevem as atuais tendências da agricultura nos Estados Unidos (aumento da degradação da terra; utilizações concorrentes da terra; foco no único serviço do ecossistema; aumentar no tamanho da fazenda; movimento para comercialização; engenharia genética; mercados globais; mudança social estrutura). E futuras (renda agrícola cada vez mais volátil; redução do envolvimento do governo na regulamentação alimentar; transição contínua da agricultura para o agronegócio; uso da terra se tornará um problema importante; aumento do consumo de proteína animal nos EUA; maior participação pública em práticas de produção; crescente urbanização de municípios historicamente rurais dos EUA; maior preocupação pública com segurança alimentar; aumento da produção de medicamentos da agricultura; surgirão novos gostos, mercados e oportunidades.) Os desafios futuros (pressões competitivas; desenvolvimento sustentável; conservação de recursos; e pesquisa e desenvolvimento). Acreditam que os sistemas agrícolas integrados possam resolver esses desafios. Porém, categorizam o foco principal em: economia e políticas econômicas; ambiental; social e político; e tecnológico.

Phélinas e Choumert (2017) realizaram uma análise do cultivo da soja transgênica no pampa argentino. Esta pesquisa empírica trouxe como resultado positivo o aumento da produtividade, diminuição dos custos unitários de produção e conseqüentemente um significativo aumento dos lucros. Por outro lado, a pesquisa apresentou a forte dependência de finanças públicas geradas pela exportação.

Jongebreur (2000) aponta os desafios estratégicos, necessários às empresas agroindustriais para atender à crescente lista de normas governamentais e às mudanças de padrões dos consumidores. A crescente demanda mundial por alimentos, com métodos de produção sustentável pode ser alcançada por meio das tecnologias (sistemas

sustentáveis de bioprodução, agricultura de precisão, o uso de biomassa e resíduos como fontes de energia; comunicação eletrônica com modelos e bancos de dados sem interferência humana (rede verde); e medidas inovadoras e sistemas de biomonitorização).

Braga F. (2016) apresenta um caso do uso de tecnologia *SolarWall* (SW) que oferece soluções que combinam captura de energia fotovoltaica e térmica, utilizando-se do conhecimento dos usuários para sugerir possíveis aplicações desta tecnologia e outras desenvolvidas pela *Conserval Engineering* para a indústria do agronegócio local. Assim, os usuários do caso, com suas reflexões e conhecimento do agronegócio em seu próprio país fornecem uma perspectiva da aplicação das diferentes tecnologias oferecidas pela empresa. São convidados a apresentar a visão do que consideram os aplicativos mais promissores para as indústrias de agronegócios do próprio país. Finalizam esta parte do caso, refletindo sobre os ganhos múltiplos que podem ser alcançados com a adoção dessas tecnologias no contexto local específico.

Costa, et al. (2013) analisa se o projeto Mandalla (política pública do governo do Ceará, baseado na produção da agricultura irrigada, agronegócio e a criação animal a partir de métodos naturais) como promotor do desenvolvimento sustentável. Os resultados mostram que esta tecnologia, contribui significativamente para o desenvolvimento sustentável do semiárido e melhora a qualidade de vida das comunidades atendidas quando examinadas em relação às dimensões do modelo de Desenvolvimento Sustentável de Sachs (2002).

Jha et. al (2000) enfatiza que o uso de novas tecnologias e ferramentas ajudará a enfrentar os enormes desafios futuros e assegurará a sustentabilidade a longo prazo da produção agrícola de forma amigável ao meio ambiente. Observa ainda que o setor agrícola oferece inúmeras oportunidades para o uso de computadores diferentes disciplinas, agricultura, diversas atividades da fazenda e fora dela, bem como planejamento e gerenciamento de sistemas agrícolas.

Santos et. al (2017) investiga o cluster de manga da Região Integrada para o Desenvolvimento Econômico (RIDE) na região semiárida do nordeste brasileiro, onde as empresas exportadoras empregam um modelo integrado de inovação. Como resultado de pesquisa tem-se na estratégia de inovação tecnológica relacionada ao comportamento, os fatores que contribuíram para a manutenção e sustentabilidade deste segmento.

Kock, T. et al. 2014, em linhas gerais, apresenta o objetivo do INMA (Programa de Agronegócios de Iniciativa da América do Norte) que foi aumentar as vendas agrícolas, criar empregos e auxiliar na adoção de novas tecnologias agrícolas, investindo em programas educacionais destinados a fortalecer as habilidades de gerenciamento do agronegócio e a criar oportunidades de emprego, tendo como foco o desenvolvimento agrícola do setor privado em todas as 18 províncias do Iraque. Participaram deste estudo 556 participantes, examinando os impactos do grande esforço do desenvolvimento agrícola. Como resultado, o estudo indicou que com a transferência de tecnologia, os rendimentos dos participantes aumentaram, os agricultores/empresários implementaram o uso formal dos planos de negócios, obtendo vínculos de mercado mais fortes, novas oportunidades de emprego e sustentabilidade.

Vanclay, et. al (2013) diz que a avaliação da tecnologia (AT) é um processo aplicado que considera as implicações societárias das mudanças tecnológicas para influenciar a política, melhorando a governança tecnológica, levando em conta seu potencial para melhorar a inovação na agricultura e as indústrias agrícolas a serem mais eficientes, sustentáveis e socialmente aceitáveis. Considerando a inovação além da fazenda, incorporando-a ao longo de toda a cadeia de valor, incluindo o nível político no agronegócio e do governo. A avaliação em diferentes níveis demonstra o potencial da AT para auxiliar as decisões do governo e da agroindústria nas decisões que envolvem novas tecnologias considerando uma abordagem social.

Cunha (2011) analisa a trajetória tecnológica da atividade produtiva do sistema setorial de soja e conclui que este complexo possui características de inovação por parte de seus fornecedores de insumos e equipamentos. Assim, é imperativo que a harmonização do ambiente econômico, agrícola, social e ambiental se dê para a ecologização do Sistema Nacional de Inovação, particularmente com a adoção de mecanismos legais para induzir um sistema de produção consistente com o desenvolvimento sustentável.

Diante dos achados teóricos do estado da arte, elaborou-se a correlação das palavras de acordo com a frequência de uso nos artigos analisados em uma *word cloud* ou “nuvem de palavras”.

(EMBRAPA, 2014, p. 5).

Apesar do agronegócio representar uma das principais atividades econômicas do Brasil, destacando-se como produtor e exportador mundial, em especial de alimentos, reitera-se, mesmo correndo o risco de ser repetitivo, que ainda é necessária a superação de obstáculos.

A transposição de tais obstáculos, representados com destaque pela logística, segurança alimentar e políticas públicas, torna-se um fator determinante para o sucesso do agronegócio e o desenvolvimento sustentável do Brasil (NOVAES et al., 2009).

Assim, busca-se uma representação da tecnologia dentro do contexto da sustentabilidade, ou seja, apoiando-se no modelo TBL (multidimensional) que pondera não apenas a dimensão econômica (lucro), mas também, as dimensões, social (pessoas) e ambiental (planeta) para mensuração de desempenho (ELKINGTON, 2012).

Dentro dos achados teóricos da busca sistemática e o estado da arte deparou-se com múltiplas tecnologias abarcadas na conjuntura da sustentabilidade na agroindústria/agronegócio. Em vista disso, apontam-se no quadro a seguir as tecnologias sustentáveis elencadas na pesquisa e as suas contribuições.

Quadro 10 - Tecnologia, resultados e dimensões

Tecnologia aplicadas	Resultados observados	Dimensão
Biotecnologia	Aumento dos lucros	Econômica
Energia Renováveis	Eficiência e Rentabilidade	Econômica/Ambiental
Tecnologia Gerencial	Aumento dos rendimentos	Econômica
Tecnologias Ambientais	Redução de impactos	Ambiental
Tecnologia Social	Qualidade de vida e Educação	Social
Tecnologia Inovadora	Melhoria de processos e produtos e recursos naturais	Econômica/Ambiental

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Em uma análise mais quantitativa da aplicação das tecnologias sustentáveis na agroindústria/agronegócio, embasadas na busca sistemática foram obtidos os seguintes resultados: nove (9) ligados à dimensão econômica, que apresentaram as seguintes expressões: aumento da renda/rentabilidade quatro (4), aumento do lucro quatro (4) e geração de novos fluxos de renda um (1).

Esta realidade é encontrada na revisão sistemática e apresentado no estado da arte, onde evidenciou a incorporação da biotecnologia e os resultados econômicos que foram alcançados. "O uso de pacote tecnológico de soja transgênica aumentou a produtividade da fazenda e reduziu os custos por unidade produzida, resultando em um aumento dramático dos lucros" (CHOUMERT E PHÉLINAS 2017).

Com relação à dimensão Ambiental, evidenciou-se a quantificação de dezessete (17) representações nas quais elencaram-se as sentenças: redução da contaminação dois (2), redução da poluição um (1), melhoramento do solo/terra oito (8) e redução do estresse hídrico seis (6).

No tocante à dimensão social, foram encontrados sete (7) resultados apontando para os termos: a qualidade de vida um (1) Souza Costa, et al. 2013, qualificação do trabalho um (1) redução da pobreza três (3), especialização do trabalho um (1) Jongebreur, 2000 e educação um (1).

A sustentabilidade do agronegócio tende a ser norteada pela tecnológica, tendo em vista que essa intensificação já se mostra incipiente de acordo com os resultados da pesquisa. Isto porque os avanços da ciência e tecnologia demonstram-se promissores dentro de um cenário multifuncional, na eliminação e/ou mitigação dos impactos ambientais, atendimento das necessidades sociais (maior quantidade de alimentos e melhores condições de vida/trabalho) e melhores resultados econômicos.

Sistemas de produção limpos, focados principalmente em energia renováveis com destaque para a bioenergia e solar. "A biorefinação de resíduos de biomassa agroindustrial para a produção de bioenergia representa uma oportunidade tanto para o fornecimento de energia sustentável [...]". (17 da lista).

Já em relação à energia solar térmica, tecnologia inovadora desenvolvida pela empresa *Conserval Engineering* (5 da lista), "A tecnologia original é extremamente sustentável, exigindo quase

nenhuma manutenção, oferecendo produção a longo prazo com uma expectativa de vida de várias décadas”.

Também na dimensão social identificaram-se sistemas de gestão (plano de negócio, manejo do solo e reaproveitamento hídrico) e melhoria nas condições de vida/trabalho.

No estudo de Kock, et al, (2014) foi indicado o aumento dos rendimentos dos participantes. Os autores concluem que onde os agricultores e os empresários implementaram o uso de planos de negócios formais, criaram vínculos de mercado mais fortes, com novas oportunidades de emprego e sustentabilidade.

Entretanto cabe salientar a importância da transferência de tecnologia, que é enfatizada na pesquisa realizada por Sankat et. al (2007) e também aponta a necessidade de estabelecer parcerias entre as partes interessadas e identifica os principais processos envolvidos para assegurar a sustentabilidade do ambiente agrícola.

Assim, a estratégia de aumentar a eficiência, reduzir custos de produção e paralelamente atender às demandas ambientais e sociais mostra-se imperativa no uso de tecnologias sustentáveis para a sobrevivência do agronegócio.

3.4 SUSTENTABILIDADE TECNOLÓGICA

Como uma das partes mais “delicadas” deste trabalho refere-se justamente ao desafio de transpor a teoria fundamentada em práticas reais (ou ao menos subsidiá-las), o que Lima (1997) descreveu como, “o processo de materialização da sustentabilidade”. Nesta perspectiva, a tecnologia poderia então ser aferida partindo da metodologia multidimensional do modelo TBL, voltada para as cadeias agroindustriais.

Para o entendimento deste tópico, faz-se necessário ressaltar que sustentabilidade se apresenta como um estado (sustentável) ao qual se tem a pretensão de alcançar. Haja visto anteriormente (*vide* seção 2.2 Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade), a mesma apresenta uma vasta seara de conceitos.

Assim, baseando-se em Musango e Brent (2011, p. 88) que parte do estudo de Faber et al. (2005), para determinar o conceito de sustentabilidade, conclui-se que “ambos fundamentos teóricos

(definições) e contribuições práticas (operacionalização) do conceito de sustentabilidade evoluiu de ser estático/absoluto para dinâmico/relativo” (MUSTANGO e BRENT, 2011, p. 88).

É esta evolução (dinamicidade e relatividade) que vem ao longo metamorfoseando o sentido e incorporação do termo como já discutido (*vide* seção 2.5 Tecnologias Sustentáveis) e, portanto, a notação deste termo (sustentabilidade tecnológica) apresenta indicações de estar sendo associado ao próprio conceito de sustentabilidade.

Neste sentido, corrobora Portanova (2014) “Outro elemento que aos poucos está sendo incorporado ao conceito de sustentabilidade é a sustentabilidade tecnológica, onde os materiais utilizados permitem a inovação e o valor agregado aos novos produtos sem que estes comprometam a exploração dos recursos naturais e possam ser reciclados, reutilizados e mais duráveis” (PORTANOVA, 2014, p. 5).

Ao abordar o tema sustentabilidade, evidenciou-se a relação de eficiência ajustada às reais necessidades do sistema (ou ecossistemas) e é deste modo que a proposta de sustentabilidade tecnológica é considerada nesta pesquisa.

Assim, caso a tecnologia venha a se configurar como uma nova dimensão sustentável, ao se falar em sustentabilidade tecnológica, está se referindo ao nível de tecnologia adequado para o desenvolvimento de determinada atividade – no caso deste estudo, atividades agroindustriais – com equilíbrio (GIANEZINI, 2011).

Deste modo, entende-se que a sustentabilidade tecnológica faz uso das tecnologias sustentáveis, cuja aplicação afeta diretamente as dimensões dos sistemas econômicos, sociais e ambientais refletindo no contexto do desenvolvimento sustentável.

3.5 INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE TECNOLÓGICA

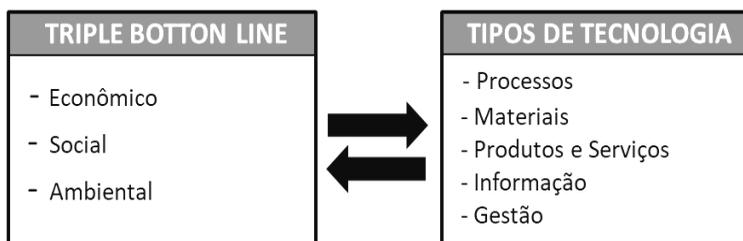
Os indicadores de sustentabilidade são, de certa forma genéricos, no sentido em que observarem as peculiaridades pertinentes aos diferentes ambientes desta forma, a agroindústria (considerando elo fundamental de uma cadeia produtiva) tem sua origem no campo.

Hart (1998) descreve o que é sustentável em um ambiente urbano pode não ser sustentável em um ambiente rural. No entanto, o processo de discussão que sustentabilidade e como medi-la é um passo

importante no processo de entendimento.

Dada esta condição, reitera-se que dentre os objetivos específicos deste estudo consta a reflexão e apontamentos para proposição de um indicador de sustentabilidade tecnológica dentro da agroindústria. Sob esta ótica a tecnologia categorizada por Stonebraker e Leong (1994) é interpelada por indicadores de sustentabilidade baseados nas dimensões apresentadas pelo modelo do TBL de Elkington (2012).

Figura 14 - Subsídios para modelo/proposta de indicador



Fonte: Elaboração própria.

Musango e Brent (2011) pontuam que os critérios para avaliar a sustentabilidade decorrem da comparação julgamento ou apreciação de parâmetros geralmente ambientais em avaliações repetidas ao longo do tempo. Argumentam ainda que os instrumentos para monitorar o grau de sustentabilidade dos modelos de produção não se encontram disponíveis, muito menos acabados.

Desta forma, entende-se que a avaliação da sustentabilidade tecnológica poderia estar inicialmente apoiada na metodologia do TBL, assumindo que esta pretensa dimensão da sustentabilidade (a tecnológica) poderia ser mensurada e analisada por meio destes parâmetros destas dimensões.

Assim, reunindo estes subsídios, a proposta de indicador de sustentabilidade tecnológica agroindustrial – que poderia então ser denominado de IST – estaria representado pelo *framework* da figura 6, tendo por critérios de avaliação, índices já existentes, que por sua vez foram agregados a este por terem sido evidenciados no estado da arte.

Para cada uma das dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, ambiental e social) foram elencadas inicialmente dois

critérios com peso iguais. A dimensão econômica recebeu os índices de eficiência produtiva e tempo de utilização; para a ambiental redução dos impactos ambientais e utilização dos recursos naturais; na dimensão social qualidade de vida/trabalho e qualificação profissional.

Figura 15 - *framework* com elementos componentes do IST



Fonte: Elaboração própria.

Em complemento, para se chegar a uma proposta completa (e concreta) de indicador de sustentabilidade tecnológica dentro da agroindústria também se apresenta a proposta uma fórmula, igualmente utilizando com subsídio, as dimensões (econômica, ambiental e social)

relacionadas de modo que os seus respectivos índices sejam utilizados na composição de um novo indicador, cujo algoritmo utilizado seria:

$$\text{IST} = \text{IDE} + \text{IDA} + \text{IDS}$$

3

Onde,

ITS = Indicador de Sustentabilidade Tecnológica

IDE = Índice de Desenvolvimento Econômico

IDA = Índice de Desenvolvimento Ambiental

IDS = Índice de Desenvolvimento Social

Para o cálculo da fórmula de cálculo do ITS, partir-se-ia da média aritmética dos índices de cada uma das dimensões que, por sua vez, estariam baseados na média ponderada das subdimensões, atribuindo-se pesos para uma cada.¹³ Sendo assim, entende-se que estes elementos que subsidiam a proposta de um novo indicador (envolvendo a sustentabilidade tecnológica voltado para agroindústria) contribuem para que a mesma se apresente factível, uma vez que podem possibilitar mudanças e aprimoramento deste setor. Afinal, como assevera própria Embrapa “os padrões tecnológicos da agricultura mundial já estão sendo alterados pela introdução de novas tecnologias, resultantes de avanços muito recentes do conhecimento científico” (EMBRAPA, 2014, p. 25).

Neste contexto, é importante ressaltar e ter ciência de que novas tecnologias requerem novos procedimentos de análise e avaliação, buscando a sustentabilidade não apenas no quesito ambiental, mas, dentro das multidimensões, nas quais incidem o processo de desenvolvimento sustentável.

Portanto, esgotadas os procedimentos científicos em defesa aos subsídios e reflexão para a proposta de um novo (ou adaptado) indicador, finda-se este capítulo com a argumentação complementar de

¹³ Considerando aqui os objetivos do estudo, optou-se por não entrar no mérito de detalhar índices já existentes que foram agregados na composição do IST, partindo do pressuposto de que estes indicadores já estão formulados. O intuito foi tão e somente o de compreender as relações destes com a aplicação da tecnologia agroindustrial.

Zampieri (2003), para quem além na definição dos indicadores, além da ciência, não se justificam as escolhas, uma vez que os indicadores podem também ser definidos de acordo com a experiência e o senso comum das pessoas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresenta como ponto de partida um questionamento sobre como as tecnologias têm contribuído para o desenvolvimento sustentável das organizações do segmento agroindustriais? E, se partindo das dimensões econômica social e ambiental, seria possível desenvolver uma análise a fim de mensurar a sustentabilidade tecnológica voltada as cadeias agroindustriais?

Buscando responder a esta indagação, foi necessária a articulação de vários conceitos teóricos, corroborados pelas evidências teóricas/empíricas encontradas na busca sistemática em congruência com a fundamentação. Elaborou-se o estado da arte, abordando sustentabilidade, tecnologia e a agroindústria, culminando com a reflexão e reunião de subsídios para proposição de modelo de indicador de sustentabilidade tecnológica voltado para agroindústria.

Finalizado este trabalho, acredita-se que as questões norteadoras tenham sido respondidas, uma vez que as evidências apresentadas apontaram uma gama de benefícios, em diferentes dimensões, decorrentes da aplicação das tecnologias nas cadeias agroindustriais. Com base na dimensão ambiental, foi elaborado um *framework* com elemento do modelo de indicador (IST) por meio do qual se tornaria possível a mensuração da sustentabilidade tecnológica na agroindústria.

Ratificou-se a percepção de que agronegócio se apresenta como setor economicamente imponente e vital no fornecimento de alimentos e equilíbrio do PIB brasileiro. Mas, para tanto, ainda faz uso de recursos naturais, tendo forte impacto sobre o meio ambiente e a sociedade. Conseguir atender às crescentes demandas mundiais e caminhar com o desenvolvimento sustentável tem se tornado o novo paradigma do agronegócio.

Diante disto, acredita-se que esta pesquisa reuniu condições básicas, trazendo à discussão e reflexão a questão das tecnologias sustentáveis, que comprovadamente auxiliam a tornar reais demandas organizacionais agroindustriais contemporâneas.

Em relação à sustentabilidade, comprovou-se o crescente número de publicações, principalmente nestes primeiros anos do séc. XXI, ao passo que se constatou a existência de uma considerável variabilidade e divergência dos conceitos.

Nestes, a definição de desenvolvimento sustentável é tomada

alternativamente como sinônimo de sustentabilidade. Contudo, as indicações apontam para um entendimento mais apurado, pois compreende-se a sustentabilidade como um “estado desejado” de um sistema, no qual é possível empregar uma metodologia para apurar a sua mensuração. Outro achado relevante diz respeito ao número de dimensões, que inicialmente eram três (TBL) para atuais oito (ecodesenvolvimento).

Quanto às tecnologias, tratou-se de investigar os estudos científicos publicados que mostraram resultados positivos se harmonizando com as premissas do desenvolvimento sustentável. Os resultados decorrentes da aplicação de algumas “tecnologias sustentáveis” – termo utilizado nesta dissertação para as tecnologias empregadas em diferentes etapas da cadeia agroindustrial – comprovaram benefícios dentro das dimensões. E, demonstram-se potencialmente promissoras dentro dos princípios sustentáveis.

As tecnologias cujos resultados demonstraram-se sustentáveis, com base na concepção teórica da pesquisa, foram selecionados buscando-se detectar os que possibilitassem subsidiar os critérios de inclusão de parâmetros na composição de um novo índice de sustentabilidade tecnológica proposto.

Essa proposição faz então referência a uma pretensa nova dimensão, incorporando ao modelo TBL a dimensão tecnológica. A inclusão da tecnologia como uma nova dimensão modificaria a metodologia atual, ampliando sua abrangência. Não obstante, tal inferência cabe para a reunião de subsídios contribuintes da proposta de modelo de indicador da sustentabilidade tecnológica pensado para a agroindústria.

Houve limitações, mesmo considerando que a proposta é idealizada por um viés multidimensional baseado numa visão sistêmica. A maior limitação talvez resida na tentativa para simplificar a análise e entendimento geral desta nova dimensão proposta, uma vez que agrega diferentes índices que demonstraram aderência à concepção da pesquisa, sendo balizados por meio dos achados teóricos da busca sistemática.

É de fato complexo evidenciar variadas consequências benéficas nas diferentes dimensões do desenvolvimento sustentável. E quando analisada em função da quantidade, os resultados da dimensão ambiental se sobressaem em detrimento das outras dimensões também averiguadas.

Por fim, em perspectiva, esta pesquisa tentou articular os vários conceitos teóricos com evidências teóricas/empíricas encontradas na busca sistemática congruentes com a fundamentação teórica, para elaborar o estado da arte, dissertando sobre sustentabilidade, tecnologia e agroindústria, deixando assim espaço para estudos futuros ou complementares.

REFERÊNCIAS

- ABBOT, J.; GUIJT, I. Novas visões sobre mudança ambiental: abordagens participativas de monitoramento. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1999.
- ALLEDI FILHO, C.; QUELHAS, O. L. G.; SILVA, E. N. C.; RODRIGUEZ, M., Melhoria Contínua baseada na capacidade de aprendizado da indústria de petróleo: guia visual para implementação do ambiente do conhecimento. Revista Inteligência Empresarial, COPPE/UFRJ, n. 13, 2003
- AYRES, R.U. Sustainability economics: Where do we stand? *Ecological Economics*, v.67, n.2, p.281-310, 2008.
- BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial: Conceitos, modelos e instrumentos. (3a ed.). São Paulo: Saraiva. 2007
- BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R. Responsabilidade social empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática. São Paulo: Saraiva, 2009
- BASTOS, J.A.S.L. Educação e Tecnologia. IN: Tecnologia e Interação. Curitiba: PPGTE/CEFETPR, 1998.
- BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. In: SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. (Orgs.). Gestão integrada a agricultura familiar. São Carlos: Edufscar, 2005.
- BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, M. O. (Coord.) Gestão Agroindustrial: GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais – 3. ed. – São Paulo: Atlas, 2007. p. 1-60.
- BIDERMAN, C., COZAC, L. e REGO, J. M. Conversas com Economistas Brasileiros. São Paulo: Editora 34, 1996.
- BOSERUP, E. Evolução agrária e pressão demográfica. São Paulo:

Editora Hucitec/Editora Polis, 1987.

BRAGA, B., PORTO, M., TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G.(org.). Água doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação. 3.ed., São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. cap.5, p.145-160.

BRAGA, F. Leadership in Sustainable Agribusiness, Innovation, and Solar Thermal Renewable Energy: Opportunities for Sustainable Agribusiness. International Journal on Food System Dynamics. 7. 10.18461/ijfsd.v7i2.727, 2016

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente disponível em <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/carta-da-terra>> Acesso em 22 de ago, 2017

_____, Ministério do Meio Ambiente disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2018/03/agronegocio-puxa-balanca-comercial-e-brasil-fica-mais-forte-no-comercio-exterior>> Acesso em 03 abr. 2018

BRESSER-PEREIRA, L. C. O Novo Desenvolvimentismo e a Ortodoxia Convencional', São Paulo em Perspectiva, 2006, p.5-24.

BRUNDTLAND, G. H. Our common future: report of the world commission on environment and development. New York: Oxford University, 1987.

CANEPA, C. Cidades Sustentáveis: o município como lócus da sustentabilidade. São Paulo: Editora RCS, 2007.

CASTELLS, Manuel. A Sociedade em Rede. 8. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

CMMAD. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso Futuro Comum (2ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas 1991

CEPEA, Centro De Estudos Avançados Em Economia Aplicada.

PERSPECTIVAS PARA O AGRONEGÓCIO EM 2015. Esalq/Usp, Piracicaba 2014.

CLUBE DE ROMA, Os limites para o crescimento. Disponível <<http://www.clubofrome.org/report/the-limits-to-growth/>>. Acesso em 6 Ag. 2017

COLOMBO, B. C. Desenvolvimento sustentável: do conceito na prático, uma questão de sobrevivência. In: Responsabilidade Social das Empresas: a contribuição das universidades. São Paulo: Peirópolis, 2006. p. 13 - 46.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto / John W. Creswell; tradução Magda Lopes; consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição Dirceu da Silva. - 3. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, S. J. MAIA, A.B.G.R. DE FREITAS, A.R.P. FILHO, J.C.L.S. de ABREU, M.A.S. FILHO, M.C.T. Social Technology as a Sustainable Public Policy: The Mandalla Project in Ceará. Journal of Technology Management & Innovation, v. 8, p. 177-187, 2013.

COTRIM L. S, GOUVEIA P. LIMA G. B. A. Análise do modelo triple bottom line: conceito, Histórico e estudo de casos. III CNEG – Niterói, Rio de Janeiro: III CNEG Disponível em: <<http://www.inovarse.org/filebrowser/download/9852>> Acessado em: 19 jun. 2017

CUNHA, S. K.; BOSZCZOWSKI, A. K.; FACCO, C. A. Ecologização do sistema Setorial de inovação da soja no Brasil. Agroalimentaria, Merida (VEN), v. 17, n. 32, p. 71-86, 2011.

CYSNE, Rubens Penha. PIB, política e bem-estar. Revista Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro, v. 64, n. 12, p. 52-55, dez. 2010. ISSN 0010-5945. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/view/24186>>. Acesso em 03 Mai. 2017.

DAVIS, J. H. e GOLDBERG, R. A. A concept of agribusiness. Boston, Harvard University, 1957. 136p.

DEPONTI, C. M. e ALMEIDA, J. Indicadores para a avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local. In: Anais do VI Congresso da Associação Latino-americana de Sociologia Rural (ALASRU), Porto Alegre, novembro de 2002.

DIAS, R. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2006.

DIAMOND, J. M. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, v.418, p.700-707, 2002. Disponível em: <<http://www.nature.com/nature/journal/v418/6898/pdf/nature01019.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2016.

DOVERS, S. R.; HANDMER, J. W. Uncertainty, sustainability and change. *Global Environmental Change*, v.2, n.4, p.262-276, 1992.

DUPUIS, J. C. La RSE, de la gouvernance de la firme à La gouvernance de reseau. *Revue Française de Gestion*, v.38/180, p. 159-175, 2008.

EBC - Empresa Brasil de Comunicação S/A - Agência Brasil Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-12/cna-preve-expansao-de-2-do-agronegocio-em-2017>> Acesso em 14 de Jun de 2017.

ELKINGTON, J. *Cannibals with forks – Triple bottom line of 21st century business*. Stoney Creek, CT: New Society Publishers, 1997

_____. *Canibais com garfo e faca: edição histórica de 12 anos*. São Paulo: M. Books do Brasil, 2012.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Visão 2014-2034 : o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese / Embrapa. – Brasília, DF : Embrapa, 2014.

ESTADÃO – Os três pilares da sustentabilidade. Disponível <<http://economia.estadao.com.br/blogs/ecoando/os-tres-pilares-da-sustentabilidade-como-o-desenvolvimento-economico-pode-contribuir-para-os-negocios-a-natureza-e-a-sociedade/>> Acesso em 28 de Jul 2017.

EVANGELISTA, R. Sustentabilidade Um possível caminho para o sucesso empresarial? Rev. Portuguesa e Brasileira de Gestão, Jun 2010, vol.9, no.1-2, p.85-96. ISSN 1645-4464

FAO - Food and Agriculture Organization. Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. Disponível em <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>> Acesso em 10/04/2018.

FERREIRA, C. T.I Verde 2.0: No caminho sustentável. Revista TI Inside, nº 53 p.16-22. Dez. 2009

FURTADO, C. O mito do desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GFN, Global Footprint Network. Ecological Footprint: Overview. 2007. Disponível em: <<http://www.footprintnetwork.org/>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

GIANEZINI, M. Sustentabilidade Tecnológica: complementação para o econômico, o social e o ambiental. Portal administradores.com, 2011. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/sustentabilidade-tecnologica-complementacao-para-o-economico-o-social-e-o-ambiental/62492>>. Acesso em: 05 Abr. 2016.

_____. Determinantes da Expansão da Bovinocultura na Amazônia Legal Mato-Grossense. 2012. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/61147/000864357.pdf?sequence=1>> Acesso em 05 Abr. 2016

GIL, J. G. R. Characterization of traditional production systems of sugarcane for panela and some prospects for improving their sustainability. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, vol. 70, no 1, p. 8045-8055, 2017

GOMES, W. S.; BORÉM, A. biotecnologia: novo paradigma do agronegócio brasileiro. R. Econ. Agron., v. 11, n. 1, p. 115-136, 2013 Disponível em <www.revistarea.ufv.br/index.php/rea/article/view/215> Acesso em: 19 Jul. 2016.

GLOBORURAL. Agricultura – 10 desafios para o agronegócio brasileiro. Disponível em <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/07/10-desafios-para-o-agronegocio-brasileiro.html>> Acessado em: 11 de mai. 2016.

GRAY, R., Is accounting for sustainability actually accounting for sustainability and how would we know? An exploration of narratives of organizations and the planet. *Accounting, Organizations and Society* 35, 47 e 62, 2010.

GRI – Global Reporting Initiative. Disponível em: <<http://www.globalreporting.org>> Acesso em: 20 set. 2017.

GUIMARÃES, R.P. e FEICHAS, S.A.Q. Desafios na construção de Indicadores de Sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, 12 (2), 307-323, 2009.

GULLO, M. C. R. Valoração Econômica Dos Recursos Naturais: Uma Aplicação Para o Setor Industrial de Caxias do Sul. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010

HALL, J.; CLARK, W. Environmental innovation. *Journal of Cleaner Production*, v. 11, p. 343-346, 2003.

HANSON, J.D., J. HENDRICKSON, & D. ARCHER. Challenges for maintaining sustainable agricultural systems in the United States. *Renew. Agric. Food Syst.* 23(4):325–334, 2008.

HART, M. Sustainable Community Indicators - 1998. Disponível em: <http://www.sustainablemeasures.com/Training/pdf/HEDTrMan.pdf>
Acesso em: 10 Nov. 2017.

HAWKEN, P. *The Ecology of Commerce*. Harper Collins, 1993.

HEREDIA, B. PALMEIRA, M. LEITE, S. P. Sociedade e Economia do" Agronegócio. *Revista brasileira de ciências sociais*, v. 25, n. 74, 2010. (2010).

HOPKINS, M. Defining indicators to assess socially responsible

enterprises. Kidlington: Futures, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística, 2017 disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/9439-pib-recua-3-6-em-2016-e-fecha-ano-em-r-6-3-trilhoes.html> > Acesso em: 2 Nov. 2017

INSTITUTO ETHOS. Educação e tecnologia são aliadas para cultura sustentável Disponível em <https://www3.ethos.org.br/cedoc/educacao-e-tecnologia-sao-aliadas-para-cultura-sustentavel/#.WnN1KjdG3IU> Acesso em 5 Nov. 2017.

JHA, M.K., JAIN, S.K. and SALOKHE, V.M. (2006). Role of computers in eco-friendly and sustainable agriculture of the 21st century. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America (AMA)*, FMIRC, Tokyo, 37(3): 85-92

JONGEBREUR, A.A.. Strategic Themes in Agricultural and Bioresource Engineering in the 21st Century. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 76. 227-236. 10.1006/jaer, 2000.

KENSKI, V. M. Tecnologias E Ensino Presencial E A Distância. Campinas, SP: Papirus, 2008.

KENSKI, V. M. Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. Campinas, SP: Editora Papirus, 2012.

KOCK, T., HAFER, J., SMITH, J. O., & TURNBULL, J. Does Technology Transfer Work? Assessing the Outcomes and Impact of the USAID-Inma Agribusiness Program, 2014

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LARANJA, M.; SIMÕES, V. C.; FONTES, M. Inovação Tecnológica - Experiências das Empresas Portuguesas. Lisboa: Texto Editora, 1997.

LEIS, H. R., Especificidades e desafios da interdisciplinaridade nas ciências humanas. In: PHILIPPI JR, Arlindo; SILVA NETO, Antônio J. Silva. (Editores). *Interdisciplinaridade em Ciência, Tecnologia e*

Inovação. Barueri: Manole, 2011.

LIMA, A. M. Instrumentos de reporte de sustentabilidade (Triple Bottom Line). Foz do Iguaçu: UFSM, 2007.

LIMA FILHO, D. L. e QUELUZ, G. L. A tecnologia e a educação tecnológica: elementos para uma sistematização conceitual. IN: Educ. Tecnol. Belo Horizonte, v. 10. n 1. p. 19-28, jan/jun, 2005.

LIMA, G.F.C. O debate da sustentabilidade na sociedade insustentável. Política e Política e Trabalho 13: 201-222, 1997.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio – Brasil 2014/15 a 2024/25. Coordenação Editorial: AGE/Mapa. Brasília/DF, 6ª edição, 2015

MALTHUS, T. Ensaio sobre o princípio da população. São Paulo: Ática, 1983

MARTINS, S. R. Agricultura e sustentabilidade: seus limites para a America Latina, EMATER, 2001

MATA-LIMA, H. ALVINO-BORBA, A. PINHEIRO, A. MATA-LIMA, A. ALMEIDA, J. Impacts of natural disasters on environmental and socio-economic systems: What makes the difference? Ambiente & Sociedade. 16. 45-64, 2013

MATTOS, P. Et al. Sustentabilidade Econômica, Social e Ambiental da Carcinicultura: O Caso do Estado do Rio Grande do Norte. Nyssa, v. 3, p. 23-30, 2009

MAUERHOFER, V. 3-D Sustainability: an approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a sustainable development. Ecological Economics, v. 64, p. 496-506, 2008

MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e

os problemas da mensuração prática Revista Economia e Desenvolvimento, n° 16, 2004.

MONTIBELLER-FILHO, Go. O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias. 3ª ed. Florianópolis: UFSC, 2008.

MORIN, E. A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. 15. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2008

MUSANGO, J. K., & BRENT, A. C. (2011). A conceptual framework for energy technology sustainability assessment. *Energy for Sustainable Development*, 15(1), 84-91.

NOVAES, A. L., MOREIRA, B. C. R., OLIVEIRA, L., TALAMINI, E., VIANA, J. J. S. Análise dos fatores críticos de sucesso do agronegócio brasileiro. Anais do Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Campo Grande, MS, Brasil, 2009

ONU – Organização das Nações Unidas. Agenda 21. Rio de Janeiro: CMMED, 1992

_____. Organização das Nações Unidas – Assembleia Geral das Nações Unidas – Nações Unidas do Brasil Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente>> Acesso em 19 Dez. 2017

PÁDUA, J. A; LAGO, Antônio. O que é ecologia. Editora Brasiliense: Coleção Primeiros Passos. São Paulo, 2004.

PEDROSO, M.C. Uma metodologia de análise estratégica da tecnologia. *Gestão & Produção*. V. 6, n 1, p. 61-76, São Carlos, 1999

PHÈLINAS, P. & CHOUMERT, J. Is GM Soybean Cultivation in Argentina Sustainable? *World Development*, 99 : 452-462, 2017

PORTANOVA, R. Meio ambiente, direitos humanos e sustentabilidade: A construção de um novo paradigma. Disponível em: <www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=2ce936697d47f1f4> Acesso em 21 de Out. 2017

QUADROS, R.; TAVARES, A.N. À conquista do futuro: sustentabilidade como base da inovação de pequenas empresas. *Ideia Sustentável*, São Paulo, ano 9, n. 36, p. 30, jul.2014.

RIBEIRO, M. S. *Contabilidade Ambiental*. São Paulo: Saraiva, 2005.

RODRIGUES, A. J. *Metodologia científica: completo e essencial para a vida universitária*. [s.l]: Avercamp, 2006.

SACHS, I. Desarrollo sustentable, bio-industrialización descentralizada y nuevas configuraciones rural-urbanas. *Los casos de India y Brasil. Pensamiento Iberoamericano*, Madrid, v. 46, p. 235-256, 1990

_____. Estratégias de transição para o século XXI (29 - 56). In BURSZTYN, M. (Org.) *Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo: Brasiliense, 1993.

_____. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável (4ª Ed.)*. Rio de Janeiro:Garamond 2002.

_____. *Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

_____. *Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento* [Org. Paulo Freire Vieira]. São Paulo: Cortez, 2007.

_____. *Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

_____. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. 3ª edição. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental. Oficina de textos*. 495p. 2008.

SAVITZ, A. W., & WEBER, K. *A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007

SCHAFF, A. A sociedade informática. São Paulo, Unesp-Brasiliense, 1993.

SCHLINDWEIN, C. M; CARDOSO, B. F.; SHIKIDA, P. F. A. Evolução dos indicadores de desenvolvimento socioeconômico nos municípios paranaenses que recebem royalties da Itaipu Binacional. *urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana, Curitiba*, v. 6, n. 3, p. 361-375, Dec. 2014. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692014000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05 Set. 2017

SCHUMPETER, J. A. Teoria do Desenvolvimento Econômico. São Paulo: Abril, Cultural, 1984.

SHELMAN, M.L. In: Proceedings of the international agribusiness Management association inaugural symposium. The Agribusiness Systems Approach: cases and concepts. March, p. 3 - 5, 1991.

SERAFIM, Milena Pavan. Agricultura Familiar: uma “análise Política” das políticas e instituições. 280 p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2011.

SIEDENBERG, D. R. Indicadores de desenvolvimento socioeconômico uma síntese. *Desenvolvimento em Questão*, v.1, p.45-71, 2003.

SILVA, E. C. Governança Corporativa nas Empresas: guia prático de orientação para acionistas, investidores, conselheiros de administração, executivos, gestores, analistas de mercado e pesquisadores. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SILVA, J. C. T. Tecnologia: Conceitos e Dimensões. In: XXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção -ENEGEP E VII Congresso Internacional De Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PUC-PR, Curitiba 2002. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr80_0357.pdf> Acesso em: 15 de jan. 2017

SUSTAINABILITY-INDICES. Disponível em: <<http://www.sustainability-indices.com/>>. Acesso em 10 nov. 2017.

TECHNOLOGY, Dictionary.com. Disponível em: <<http://www.dictionary.com/browse/technology>>. Acesso em: 25 mai. 2016.

UNITED NATIONS. Agenda 21. Rio de Janeiro, Brasil: United Nations Conference on Environment & Development, 1992. 338 p. Disponível em: < <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001584/158480eb.pdf>. > . Acesso em: 05 nov. 2016

VAN BELLEN, H. M. Desenvolvimento Sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação. Ambiente & Sociedade, VI (I), nº. 1 jan./jun. 2003.

_____. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. 2 ed. São Paulo: FGV, 2008.

VANCLAY, F., RUSSELL, A.W. & KIMBER, J. Enhancing innovation in agriculture at the policy level: The potential contribution of Technology Assessment. Land Use Policy 31, 406-411, 2013.

VARGAS, Milton. Para uma filosofia da tecnologia. São Paulo: Alfa - Omega, 1994.

VELHO, L. Conceitos de Ciência e a Política Científica, Tecnológica e de Inovação. Sociologias, Porto Alegre, n. 26, p. 128-153, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/soc/v13n26/06.pdf>> Acesso em 06 de nov. de 2017.

VEIGA, J. E. da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

VIEIRA PINTO, Á. A tecnologia. IN: O Conceito de Tecnologia. Volume 1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

WATANABE, M et al. Decision Making and Social Learning: the Case of Watershed Committee of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. Water Resources Management, v. 28, p. 3815-3828, 2014.

ZAMPIERI, S. L. Método para seleção de indicadores de

sustentabilidade e avaliação dos sistemas agrícolas do estado de Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC 2003. Tese de Doutorado em Engenharia da Produção.

ZYLBERSZTAJN, D. Ensino, Pesquisa e Consultoria: As múltiplas linguagens do profissional dos agronegócios. In: Reestruturação no Agribusiness Brasileiro. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Agribusiness, 1999.