

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RELAÇÕES ENTRE CADEIAS NO
AGRONEGÓCIO: ETANOL, MILHO E
PRODUÇÃO DE FRANGO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

EDER MORENO FERRAGI

SÃO PAULO

2015

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RELAÇÕES ENTRE CADEIAS NO
AGRONEGÓCIO: ETANOL, MILHO E
PRODUÇÃO DE FRANGO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção.

Projeto de Pesquisa: Avaliação de Processos e produtos do agronegócio.

EDER MORENO FERRAGI

SÃO PAULO

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Ferragi, Eder Moreno.

Relações entre cadeias no agronegócio: etanol, milho, e produção de frango / Eder Moreno Ferragi. - 2015.

47 f. : il. color.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2015.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs.

1. Cadeia global de mercadorias. 2. Governança. 3. Inter-relação de cadeias. 4. Análise de redes sociais. Cadeia estendida. I. Nääs, Irenilza de Alencar (orientadora). II. Título.

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RELAÇÕES ENTRE CADEIAS NO
AGRONEGÓCIO: ETANOL, MILHO E
PRODUÇÃO DE FRANGO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP para obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

_____/____/____
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs
Universidade Paulista – UNIP

_____/____/____
Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto
Universidade Paulista – UNIP

_____/____/____
Prof. Dr. Marcelo Tsuguio Okano
Faculdade de Tecnologia de Barueri – FATEC

DEDICATÓRIA

À minha mãe, *in memoriam*, que foi e é meu exemplo de fé, otimismo e perseverança em todos os momentos, tanto na adversidade como na alegria.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar a vida e tudo que tenho e sou. Por renovar a cada dia minhas forças e minha capacidade para continuar buscando o conhecimento e o desenvolvimento de minhas habilidades.

A minha querida esposa Michelly, que me apoiou incondicionalmente em todos os momentos. As minhas filhas Eva, Elen e Laura, fontes de alegria e dedicação. Ao meu “filho” João Pedro, pela admiração e confiança. Todos abriram mão de vários momentos juntos em família, para que eu pudesse me dedicar à conclusão deste trabalho.

A minha orientadora, professora Irenilza, pela extrema competência e pelas palavras claras e inequívocas tanto de reprovação como de aprovação, sem as quais reconheço a minha total incapacidade para o término desta empreitada.

Ao coordenador do programa, professor Oduvaldo, pela mente inquieta, provocativa e estimulante, que irradia um espírito contagiante de busca por novas respostas.

Finalmente, mas não menos importante, presto meus sinceros agradecimentos, aos professores do programa, por suas brilhantes contribuições e *insights* que permanecerão para sempre em minha mente; aos colegas, pelas inúmeras contribuições; à secretária Marcia, pelo inestimável apoio e boa vontade no cumprimento das formalidades burocráticas e a todos os funcionários de apoio que tornaram possíveis as aulas, apresentações e todas as atividades acadêmicas.

RESUMO

Não é recente a constatação de que no ambiente de alta complexidade do mundo globalizado a competição não se dá mais apenas entre empresas, mas é necessário também levar em consideração as relações em cadeias que ligam materiais, clientes, fornecedores, prestadores de serviços, bem como instituições públicas e privadas em todos os níveis. O fato é que embora grande parte da literatura pertinente trate tais cadeias de forma relacionada a um produto ou categoria específica, no ambiente real elas se inter-relacionam assumindo configurações de redes que tendem a se expandir e abranger todo o mercado. Com o objetivo de avançar na compreensão dos impactos de uma cadeia específica sobre outra, o presente trabalho considera a produção do etanol e de outras duas mercadorias e ele relacionado, o milho e o frango. Para tal propósito, verifica a viabilidade da utilização do quadro conceitual de cadeia global de mercadorias (*global commodity chain – GCC*). A abordagem mostrou-se adequada para a análise da relação entre os *inputs* e *outputs* bem como a governança exercida nas cadeias entre 2000 e 2012, nos dois países responsáveis pela maior fatia da produção global dessas mercadorias - Estados Unidos e Brasil. Considerou-se que os totais produzidos em um período de mais de dez anos são resultado de um conjunto complexo de fatores e ponderações por parte dos produtores individuais. Com o objetivo de contribuir com uma análise quantitativa para complementar e suportar os resultados fundamentados na abordagem qualitativa da GCC, foram utilizados instrumentos relacionados à análise de redes sociais – SNA. Através dos *softwares* NetDraw e Ucinet, foram quantificadas e representadas graficamente as relações entre o resultado de cada cadeia. Foram calculados indicadores de centralidade, os quais foram capazes de medir a relação entre o produto de uma cadeia e o das demais. Foi possível constatar que o aumento no resultado da cadeia do etanol não foi acompanhado nas cadeias do milho e frango nos Estados Unidos, mas impactou na evolução da participação do Brasil nas cadeias globais tanto do milho como do frango. Constatou-se também a concentração da governança inter cadeias por grandes grupos de empresas transnacionais. O cálculo dos indicadores de centralidade do resultado de cada cadeia demonstrou a evolução da importância do combustível frente ao milho e frango no total dos dois países, permitindo medir quantitativamente a relação alimento *versus* combustível em diferentes momentos.

Palavras-chave: Cadeia global de mercadorias, governança, inter-relação de cadeias, análise de redes sociais, cadeia estendida.

ABSTRACT

It is no recent the finding that in the highly complex environment of a globalized world the competition occurs not only among companies, but also between chains of companies where materials, customers, suppliers, service providers as well as public and private institutions at all levels are linked one another like a stream. The fact is that although much of the literature treats such chain forms specifically related to a single product or category; in the real environment all the chains are interrelated assuming network configurations that tend to expand and cover the whole market. In order to advance the understanding of the impacts of a specific chain over another, this study considers the production of ethanol and two other goods related to it, corn and broiler, as three different but interrelated chains. For this purpose the study examines the suitability of the Global Commodity Chain – GCC conceptual framework. The approach was considered appropriated to analyze both the input output relation and the governance exerted on the chains between 2000 and 2012 in the United States and Brazil, the two largest countries of world production. It was considered that the total produced in a period of over ten years, are the result of a complex set of weighting factors taken into account by individual producers. Aiming to contribute with a quantitative analysis to complement and support the results based on the qualitative approach of the GCC, instruments related to Social Network Analysis – SNA were used. Through NetDraw and Ucinet software, were graphed the output of each chain relations and calculated the centrality indicators able to measure the relationship between the output of a chain over all the others. It was found that the increase in the output of ethanol chain has not been followed by corn and chicken chains in the United States, on the other hand an evolution of Brazil participation in such global chains was noted. It was also identified a governance concentration by transnational groups over the interrelated chains. The centrality indicators regarding the output of each chain showed the evolution of the fuel importance over the corn and chicken considering both countries, allowing a quantitative measurement of the food versus fuel relation over the time.

Keywords: Global commodities chain, governance, interrelated chains, social network analysis, extended chain.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. <i>Ethanol, corn and broiler production and variation (Δ, %) in the USA and Brazil from 2000 to 2012</i>	24
Tabela 2. <i>(Table 1, Cap. III) Compared production of Ethanol, Corn and Broiler in the USA and Brazil</i>	37
Tabela 3. <i>(Table 1, Cap. III) Outdegree and indegree values of the ethanol, corn and broiler chains output</i>	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Interrelation between world ethanol, corn and broiler chains</i>	25
Figura 2. <i>American ethanol and Brazilian ethanol production from 2000 to 2012</i>	29
Figura 3. <i>Corn and broiler production fluctuation in the USA and Brazil</i>	30
Figura 4. <i>(Figure 1, Cap. III) American and Brazilian ethanol production from 2000 to 2012</i>	36
Figura 5. <i>(Figure 2, Cap. III) Graphic representation of the relationship between ethanol, corn and broiler production.</i>	38

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA	III
DEDICATÓRIA	V
AGRADECIMENTOS	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
SUMÁRIO	XI
CAPÍTULO I	10
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
1 Introdução.....	10
1.1 Objetivo geral	12
1.2 Organização da dissertação.....	13
2 Metodologia.....	13
3 Revisão da literatura	15
3.1 Origem e evolução do conceito de global commodity chain - GCC	16
3.2 Análise de redes sociais	18
CAPÍTULO II	22
Ethanol, corn and broiler: The interdependence amongst the global chains	22
Abstract	22
1. Introduction	23
2. Methodology	23
3. Results and Discussion.....	25
Ethanol.....	25
Corn	26
Broiler Meat.....	28
4. Conclusions	31
References	31
CAPÍTULO III	34
Assessing the relationship between commodity chains: Ethanol, corn and chicken meat	34
Abstract	34
1. Introduction	34
2. Methodology	35
3. Results and Discussion.....	37
4. Conclusions	39
References	39
CAPÍTULO IV	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
1. Discussão.....	42
2. Conclusões	44
3. Trabalhos futuros.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 Introdução

Seja pelas características do clima, pela extensão territorial - em sua maior parte com relevo propício e solo fértil -, pela abundância de água, ou ainda pela conjunção destes entre outros fatores, a vocação brasileira para o agronegócio data da época colonial e se mantém até os dias atuais. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2013), o agronegócio, entendido como toda atividade que faz uso do solo para o cultivo de plantas e a criação de animais, representa 22% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro com projeções de crescimento da ordem de mais de 20% até o ano de 2022, fato que salienta a relevância do tema. Dentro deste cenário, merecem destaque na economia nacional, produtos como o etanol da cana-de-açúcar, o milho e o frango, cujas produções colocam o Brasil em primeiro, terceiro e terceiro lugar, respectivamente, na classificação entre os produtores mundiais (MAPA, 2013).

No caso específico do etanol, foco do presente trabalho, a posição do Brasil no cenário mundial tem recebido destaque desde a década de 70, quando em decorrência dos aumentos do preço de petróleo, a cana-de-açúcar passou também a ser utilizada em grande escala para a produção de álcool combustível, ou etanol (álcool etílico), com apoio de programas de substituição da gasolina, levando o País ao posto de maior produtor deste biocombustível em 2000.

Entretanto, embora procedentes da mesma fonte, a cana-de-açúcar, no cenário internacional o comportamento do etanol não segue a trajetória do açúcar. Enquanto este último é comercializado em larga escala no mercado internacional; o etanol, sob o impacto da percepção mundial da dependência do petróleo gerado pelos aumentos dos preços em 1973 e 1979, tem sua comercialização limitada às fronteiras do mercado nacional; da mesma forma, os países de maneira geral passaram então a adotar políticas energéticas de redução da dependência externa com aumento da produção interna de combustíveis provenientes de fontes alternativas, tornando evidente o tratamento diferenciado em relação ao alimento e à energia no contexto do comércio global.

Apoiado por uma política governamental fortemente direcionada por incentivos e subsídios (BANERJEE, 2011), os Estados Unidos utilizam o milho como matéria-prima e a partir de 2007 passaram a ocupar o lugar de maior produtor mundial de etanol como combustível, saltando de uma produção de 4,6 milhões de toneladas em 2000 para 37,8 milhões de toneladas em 2012. Sob a perspectiva global este fato relaciona o milho à cadeia do etanol, mas o que ocorre é que o mesmo milho que faz parte da cadeia do etanol, também faz parte de diversas outras cadeias devido a sua aplicação na indústria química, farmacêutica e alimentícia (NCGA 2013), fornecendo insumos, entre outros, como a ração que é um dos principais componentes na produção do frango de corte.

A contribuição do presente trabalho prende-se ao fato de que diferente de grande parte dos estudos acadêmicos encontrados na literatura, no qual o foco das análises recai de maneira geral sobre um produto e um conjunto de insumos a ele associados, de modo que os termos: cadeia da laranja, cadeia da carne, ou mesmo cadeia sucroalcooleira representam exemplos de aplicações empíricas, a proposta é a elaboração de uma análise comparativa com um olhar mais abrangente sobre o impacto das relações multicadeias no agronegócio, proporcionando avançar no entendimento das consequências que determinadas ações em uma cadeia específica causam nas demais cadeias.

Como exemplo, o artigo que constitui o segundo capítulo deste trabalho, ilustra tal abordagem ao analisar os reflexos da produção e consumo do etanol, na produção e consumo do milho, e conseqüentemente do frango, com reflexos em cada uma de suas cadeias, tomando como base a cadeia global dos países que figuram como os maiores produtores mundiais de tais *commodities*: Estados Unidos e Brasil.

A despeito das numerosas análises acadêmicas e profissionais elaboradas sobre a produção do etanol, o estudo proporciona um olhar expandido sobre a cadeia do biocombustível e assim permite avaliar o relacionamento da sua produção tanto com a produção do milho, como com a produção do frango, que utiliza o grão como seu principal insumo. Versando sobre esse tema, o Capítulo II compreende o artigo apresentado no *12th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, em setembro de 2014, na Cappadocia, Turquia, e publicado na íntegra no *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* em 2015, no qual são abordadas relações de interdependência entre as cadeias do etanol, milho e frango, nos dois maiores países produtores mundiais, Estados Unidos e Brasil.

Face à abordagem macroanalítica com foco nas produções agregadas nacionais, o estudo buscou fundamentação teórica no quadro conceitual da cadeia global de mercadorias - GCC (*global commodity chain*), uma vez que tal abordagem permite uma análise mais adequada das ligações macro e micro entre os processos que incorporam os componentes da produção e consumo no ambiente dos mercados globalizados e considera ainda uma estrutura de governança exercida nas cadeias (GEREFFI, 1994), aspecto que também é abordado no artigo.

Ainda que contribua para a análise e compreensão das questões relativas à inter-relação entre os insumos e a produção dos produtos em referência, bem como ao papel exercido pelos agentes responsáveis pela governança das cadeias locais e globais de tais produtos agrícolas, o quadro conceitual da GCC, por estar alicerçado em uma abordagem qualitativa, carece dos fundamentos quantitativos mais comumente utilizados nas análises relacionadas à Engenharia de Produção.

Neste sentido, com o objetivo de avançar nesta lacuna, o terceiro capítulo apresenta o artigo submetido ao *International Conference Advances in Production Management Systems (APMS 2015)*, no Japão. Nele são avaliados os relacionamentos entre as respectivas produções do etanol, milho e frango, por meio dos instrumentos utilizados para análise de redes sociais (*Social Network Analysis - SNA*), com a utilização dos *softwares* NetDraw e Ucinet (BORGATTI et al., 2002), ambos fundamentados na abordagem quantitativa da teoria de grafos e teoria de redes (BARABÁSI, 2012).

O propósito do presente estudo é o de apresentar e discutir uma abordagem capaz de oferecer uma visão expandida, partindo da cadeia de uma única mercadoria para as cadeias das mercadorias a ela relacionadas, bem como analisar e mensurar suas inter-relações.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é o de ampliar o escopo das análises de cadeias de mercadorias específicas para cadeias estendidas compostas de mais de uma mercadoria ou produto e seus inter-relacionamentos. Este objetivo pode ser dividido em três partes distintas:

1. Verificar a viabilidade de utilização da abordagem de *global commodity chains* para analisar a relação entre mercadorias de cadeias diversas;

2. Avaliar e mensurar as relações entre cadeias por meio de instrumentos de *social network analysis* e
3. Identificar possíveis resultados de tais análises multicadeias.

1.2 Organização da dissertação

Seguindo a presente introdução é apresentada a descrição da metodologia utilizada seguida de uma revisão teórica das abordagens de cadeia global de mercadorias e análise de redes sociais e as respectivas referências bibliográficas.

Em seguida, nos Capítulos II e III são apresentados os dois artigos acima referenciados. O Capítulo IV apresenta as considerações finais que consistem nas discussões e conclusões relativas aos dois artigos vistos de forma integrada e indicações de futuros trabalhos.

2 Metodologia

Seguindo a orientação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, o presente trabalho é constituído de dois artigos acadêmicos que são apresentados no segundo e terceiro capítulo. Cada um dos artigos foi elaborado e estruturado de acordo com a formatação e critérios exigidos pelas revistas para as quais foram submetidos. Embora cada um dos artigos apresente de forma condensada a metodologia utilizada na sua elaboração, a seguir apresenta-se com maior profundidade a descrição da metodologia e a revisão da literatura que fundamenta e relaciona os dois artigos como um trabalho interligado e complementar.

Para a elaboração dos dois artigos foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base *Scopus*, *Science Direct* e *Google Scholar* sobre os termos cadeia global de mercadorias (*global commodity chains*) e análise de redes sociais (*social network analysis*) com o objetivo de esclarecer as origens, definições, conceitos e abordagens teóricas. As publicações relevantes resultantes da busca que fundamentaram teoricamente os dois artigos encontram-se relacionadas na seção de referências de cada um deles.

O livro *Frontiers of Commodity Chain Research* editado por Jennifer Bair (2009) da Universidade de Stanford foi utilizado como fundamento e base da pesquisa uma vez que aborda a genealogia e variações do tema cadeias, com foco nas redes internacionais de produção e comércio. O livro eletrônico *Network Science*, versão de julho de 2012, de Albert-

László Barabási foi utilizado como direcionador para a busca referente aos temas ligados à teoria de redes e teoria de grafos nas quais se baseia a abordagem da análise de redes sociais – SNA, do inglês *Social Network Analysis*. A revisão da literatura apresentada na próxima seção discute com maior profundidade a fundamentação descrita de forma condensada em cada um dos artigos.

Com relação ao primeiro artigo, foi elaborada uma pesquisa de caráter descritivo com o levantamento de dados primários por meio de consultas em bases de dados governamentais e de organizações de classe nos países envolvidos. Foram levantados os dados referentes à produção total de etanol, milho e frango nos Estados Unidos, no Brasil e no mundo em um período de doze anos. Levou-se em consideração que o total da produção anual de cada produto representa o resultado ou *output* de suas respectivas cadeias, sob o ponto de vista de um sistema *input-output* da abordagem de GCC (GEREFFI 1994).

Nesse sentido foi estabelecido um relacionamento entre as cadeias uma vez que o *output* da cadeia global do milho pode ser considerado *input* para a cadeia global do etanol e os *outputs*, tanto da cadeia de milho como do etanol, podem ser *inputs* para a cadeia do frango. A limitação do escopo para a produção dos Estados Unidos e Brasil fundamenta-se na representatividade da produção do etanol nos dois países, que juntos atingem aproximadamente 90% da produção mundial do biocombustível (RFA, 2013).

Desta forma, foi possível estudar as relações entre as cadeias, por meio da análise da evolução na produção de cada uma das mercadorias em um período de doze anos. Uma vez que o quadro conceitual de GCC contempla uma dimensão de localização geográfica e uma dimensão de governança (GEREFFI 2014), foi possível analisar o papel dos dois países bem como o papel das empresas envolvidas na determinação da dinâmica do comportamento dos *inputs* e *outputs* das cadeias em cada uma das regiões geográficas e seus inter-relacionamentos.

Os resultados do primeiro artigo sob o enfoque qualitativo da abordagem de GCC, ainda que conclusivos, indicaram a oportunidade de estudo complementar com a aplicação de uma abordagem quantitativa, normalmente mais utilizada nas pesquisas ligadas à Engenharia de Produção.

Desta forma, tendo em vista a crescente aplicabilidade dos conceitos e instrumentos de *Social Network Analysis* (SNA) na avaliação do relacionamento entre agentes dispostos em estruturas de cadeias e redes (BORGATTI e LI, 2009; KIM et al., 2011; MUELLER et al.,

2008), os dados obtidos no primeiro artigo foram tratados e relacionados entre si de maneira a permitir o cálculo de indicadores de centralidade de grau (*indegree – outdegree*) que possibilitaram a mensuração do grau de importância de um agente sobre todos os demais.

O segundo artigo, apresentado no Capítulo III, descreve com mais detalhes a metodologia aplicada para o tratamento dos dados e a identificação do inter-relacionamento entre as mercadorias (etanol, milho e frango) e suas respectivas produções em três períodos distintos entre 2000 e 2012 e desta maneira permite avaliar o grau de centralidade e sua evolução no decorrer do tempo, referente a cada uma das mercadorias estudadas.

A decisão pela restrição do escopo para dois países e três mercadorias, nos dois artigos, foi tomada em função de foco para validação da análise. Uma vez validada, abre-se oportunidade para futuros trabalhos onde maior número de países e mercadorias podem ser considerados sob o mesmo enfoque metodológico.

3 Revisão da literatura

Entre as variadas abordagens acadêmicas que tratam da produção, manufatura e distribuição de insumos, materiais e produtos finais, o quadro conceitual da cadeia global de mercadorias - GCC (*global commodity chain*) dispõe de um histórico relativamente longo que tem se provado persistente e consistente na literatura acadêmica, tanto para endereçar questões relativas às *commodities* agrícolas, como também um amplo leque de indústrias, segmentos e mercadorias (JACKSON et al., 2006).

Ciccantell e Smith (2009) esclarecem a utilidade do uso da abordagem da GCC como um instrumento de pesquisa que trata do estágio ou estágios da extração, produção e consumo de uma indústria ou segmento específico, bem como permite comparações entre duas ou mais indústrias ou segmentos em um determinado momento, ou mesmo em diferentes momentos no tempo.

Talbot (2009) salienta ainda a aderência da abordagem da GCC para a análise de mercadorias tropicais (*tropical commodity*), destacando as vantagens de poder incluir as atividades extrativas do início das cadeias, de analisar as cadeias do início ao fim e ainda de permitir o estudo dos fluxos financeiros e distribuição dos benefícios ao longo da cadeia.

Uma vez que o quadro conceitual de GCC, pela amplitude de sua abordagem macroanalítica qualitativa, mostra-se insuficiente para análises capazes de medir e avaliar

quantitativamente o comportamento e as relações entre as cadeias, buscou-se nos instrumentos da SNA os mecanismos para execução desta tarefa, retratada no terceiro capítulo deste trabalho.

3.1 Origem e evolução do conceito de global commodity chain - GCC

Consideremos algo, que na falta de um melhor termo convencional, chamaremos de ‘cadeias de mercadoria’. O que entendemos por tais cadeias é o seguinte: tome um produto final consumível, trace uma linha com os componentes que formaram esse produto – as primeiras transformações, as matérias-primas, os mecanismos de transporte, a mão de obra empregada em cada um dos processos físicos, os componentes que alimentam a mão de obra. Esse conjunto de processos conectados, chamamos de cadeia da mercadoria (HOPKINS e WALLERSTEIN, 1977, p. 128).

O termo cadeia de mercadorias – CC (*commodity chain*) foi apresentado pela primeira vez por Hopkins e Wallerstein, em um artigo de 1977, no qual tratam de aspectos do desenvolvimento de uma economia global. Quase uma década depois os mesmos autores definiram o termo como uma “rede de processos de mão de obra e produção da qual resulta uma mercadoria final” (HOPKINS e WALLERSTEIN, 1986, p. 159).

A corrente literária e visão dos autores, ambos pesquisadores e professores do Departamento de Sociologia da Universidade de Columbia, Estados Unidos, destacam a abordagem da cadeia de mercadorias, sob o enfoque da teoria do sistema mundial (*World-Systems Theory*), entendido como o sistema baseado em uma unidade de análise impactada por fatores geográficos, considerando transportes e comunicação, bem como as estruturas institucionais de cada região.

A teoria do sistema mundial estabelece uma classificação entre as nações, notadamente de sistema capitalista, na qual algumas são denominadas nações-chave (*core-nations*) e outras periféricas e semiperiféricas. De acordo com essa visão, entende-se que os processos produtivos passam a ser desenvolvidos em diversas nações, sendo que as atividades mais lucrativas são executadas em países-chave e as menos lucrativas em países periféricos ou semiperiféricos. Nesse sentido, os países-chave focam nas suas características de alta competência profissional, utilização de capital intensivo na produção e os demais países em uma baixa competência profissional, utilização de mão de obra intensiva na produção, bem como na produção e extração de matérias-primas. Observa-se ainda, que tal classificação pode ter uma característica flexível, podendo ser alterada no decorrer do tempo, segundo os ciclos de expansão e retração da economia mundial e também segundo as mudanças nos contextos econômicos e sociais que ocorrem em cada uma das nações onde as atividades produtivas são

realizadas. Tais características causam impacto diretamente sobre a distribuição e apropriação dos resultados das atividades.

O nível macro de tal abordagem pode ser notado não apenas pela amplitude do escopo das mercadorias, que envolvem todos os processos e pessoas desde matérias-primas não processadas até os produtos acabados consumidos por usuários finais, mas também pelo aspecto geográfico global, que considera os países como sua unidade principal de análise.

Diante de tal abrangência conceitual, o termo se apresenta como o mais inclusivo entre os construtos de cadeias (BAIR, 2009), pois, com o objetivo de “desenvolver um modelo de avaliação de toda a rede de cadeias de mercadorias em sucessivos momentos do tempo, de modo a identificar os locais de maior acumulação de capital” (HOPKINS e WALLERSTEIN, 1994, p. 49), procura exercer o papel de um grande guarda-chuva estrutural para as demais abordagens, com o que os autores denominam de ligações que formam o tecido (trama e urdidura) que compõem a economia capitalista mundial. Este fato, por si justifica o questionamento da existência de algo dentro da produção econômica, que não possa ser incluída como parte de uma cadeia de mercadorias (THOMPSON, 2003).

Assim entendida, esta característica macroanalítica das análises de cadeia de mercadorias proveniente da teoria do sistema mundial, traz consigo algumas vantagens e limitações quando aplicadas aos distintos sistemas produtivos. A título de ilustração, observa-se os seguintes casos específicos: a produção de produtos primários agrícolas, como frutas frescas e a manufatura industrial de mercadorias de maior complexidade produtiva, como automóveis (TALBOT, 2009).

A baixa complexidade dos processos produtivos de produtos agrícolas, com relação ao nível de agentes e etapas intermediárias entre a produção e o consumo permite a análise da cadeia, do início ao fim como um todo, constituindo-se de maneira geral, em exemplos singulares no qual as atividades extrativistas e as respectivas localidades onde são realizadas passam a incorporar tais análises (TALBOT, 2009). Ou seja, tomando o exemplo das frutas, todo o processo de preparação da terra, plantação, tratamento e colheita e muitas vezes, a classificação e embalagem dos produtos são realizadas pelo mesmo agente (produtor rural), que disponibiliza o produto acabado para o consumo final, facilitando desta forma a visibilidade dos agentes e processos da cadeia inteira, desde a extração (cultivo) até o consumo.

Outro fator, bastante adequado à abordagem de cadeia de mercadorias (teoria do sistema mundial) no segmento agrícola, prende-se ao fato da produção, em razão de condições naturais, estar localizada em sua maior parte em países do Hemisfério Sul e o consumo, por sua vez, nos mercados do Hemisfério Norte, enfatizando desta maneira a natureza dos relacionamentos entre país-chave e periférico.

No caso de produtos que envolvem maior complexidade produtiva em termos de agentes envolvidos no processo de manufatura, a análise da cadeia como um todo apresenta maiores desafios. Embora toda cadeia de mercadorias tenha sua origem em atividades extrativas que ocorrem em regiões geográficas específicas, nota-se uma tendência para a exclusão dessas atividades das análises de cadeias. No caso da cadeia de automóveis, por exemplo, o foco das análises recaem nas grandes montadoras e concentram-se nas bastantes complexas relações entre agentes fornecedores de partes e peças de um lado, e de outro, entre distribuidores e consumidores, sem considerar os estágios onde são produzidos os metais, borrachas e vidros, por exemplo. O estreitamento do escopo da análise para apenas parte da cadeia neste caso, o que não ocorre com as mercadorias agrícolas, permite o importante endereçamento das questões dos relacionamentos entre agentes diretamente ligados a específicas etapas dos processos produtivos, estabelecendo padrões de coordenação e governança, devidamente tratados pelas abordagens da GCC, mas por outro lado dificulta a visibilidade das características e estruturas da cadeia inteira.

O termo cadeia global de mercadorias – GCC (*global commodity chain*) é introduzido como contribuição à literatura com a publicação, em 1994, do livro *Commodity Chain and Global Capitalism* editado por Gereffi e Korzeniewics. Nele, Gereffi desenvolve um quadro conceitual por meio do qual tais cadeias podem ser analisadas. Tal quadro é composto por três dimensões: 1) uma estrutura de entrada e saída (*input-output*), que descreve o processo de transformação de matérias-primas e outros insumos em produtos finais; 2) uma configuração de territorialidade geográfica e 3) uma estrutura de governança, que passa a descrever tanto o papel dos vários agentes na cadeia, como o controle que as empresas líderes passa a exercer sobre as demais, no sentido da distribuição das atividades e dos valores por elas gerados em toda a cadeia.

3.2 Análise de redes sociais

A análise de redes sociais – SNA, do inglês *Social Network Analysis*, pertence a um campo da Sociologia que estuda conjuntos de indivíduos e as ligações entre eles, com base na teoria dos grafos, Álgebra e Estatística. Partindo de estudos sociométricos elaborados pelos psiquiatras Jacob Moreno e Helen Jennings, que em 1932 procuravam compreender a evasão de alunas em uma escola de Nova York, foi possível associar o tema à Física e à Sociologia e concluir que tal comportamento estava mais relacionado à posição das alunas na rede da qual faziam parte do que às suas características individuais (BORGATTI e LI, 2009).

Nos anos seguintes a expansão da utilização da abordagem de SNA para outros campos ocorreu de forma explosiva, como sobre o comportamento de genes e outros componentes das células, combate ao terrorismo, predição e análise de epidemias, mapeamento de redes neurais, administração de estruturas intra e interorganizacionais, entre outras (BARABÁSI, 2012).

Os primeiros estudos da teoria dos grafos, subárea da Matemática que estuda as relações combinatórias entre os objetos de um determinado conjunto com foco na análise de redes, datam de 1735 (BARABÁSI, 2012). Contribuições relevantes foram os trabalhos de Erdős e Rényi (1959), que introduziram o estudo de redes randômicas na teoria dos grafos e de Granovetter (1973), que abordou a influência da rede social na qual os indivíduos estão envolvidos. Porém, apenas no final da década de 90, com a evolução dos instrumentos de coleta e processamento de dados, com o advento da Tecnologia da Informação e da *Internet* foram possíveis aplicações práticas dos conceitos que permitiram visualizações e estudos capazes de descrever o comportamento de sistemas compostos de entre centenas a bilhões de componentes interagentes, como por exemplo a lista de amigos, os amigos de amigos e assim por diante; a lista detalhada das interações e reações dos genes, proteínas e metabólitos em uma célula, ou mesmo o comportamento de centenas de bilhões de neurônios interligados no cérebro.

A despeito das diferenças óbvias entre as características individuais de cada uma das redes encontradas na natureza ou na sociedade, bem como entre a diversidade dos processos que modelam o relacionamento dos seus agentes, o fato fundamental é que a arquitetura e evolução dessas redes são muito similares umas às outras, o que permite o uso de um conjunto de instrumentos matemáticos em comum para explorar estes sistemas e entender o comportamento de cada um de seus componentes bem como da rede da qual fazem parte (BARABÁSI, 2012).

Na literatura acadêmica as redes são compostas por um conjunto (N) de atores, comumente denominados de nós ou vértices e um relacionamento (L) entre eles, normalmente chamado de ligações (*links*) ou arestas (*edges*). As redes reais são compostas de um amplamente variado número de nós (N) e ligações (L) que podem ser analisadas sob uma vasta quantidade de instrumentos de avaliação matemática. Para isso é necessário que uma completa lista de nós e ligações que é representada por meio de uma matriz adjacente composta por uma matriz quadrada com a mesma quantidade de linhas e colunas que a quantidade dos agentes da rede e os elementos A_{ij} dessa matriz representem as ligações entre os agentes (MUELLER et al., 2008).

A representação padronizada dos agentes (nós) e seus relacionamentos (ligações) por meio de gráficos também facilita a visualização e entendimento uma vez que permite o reconhecimento e pode sugerir novas perspectivas e inferências sobre um conjunto de dados, partindo do pressuposto de que é possível adquirir mais informação por meio da visão do que por meio de todos os outros sentidos combinados (WARE, 2004).

Desta maneira, a funcionalidade fundamental da SNA está na aplicação de modelos matemáticos com base nas propriedades da teoria de grafos para o estudo e avaliação de uma rede formada por um conjunto de agentes e as ligações que representam as relações entre eles, de acordo com a posição que ocupam e a estrutura da rede que compõem.

As avaliações e métricas utilizadas em SNA são elaboradas em dois níveis distintos – no nível dos agentes individuais (nós) e da rede como um todo. Do ponto de vista de um agente, o conceito mais amplamente utilizado é o da centralidade que considera como um agente individual se relaciona com o restante dos agentes que compõem a rede e assim reflete a importância relativa deste agente na rede (FREEMAN, 1979).

São três as métricas mais utilizadas para avaliar o índice de centralidade: grau, proximidade e intermediação. A centralidade de grau indica a quantidade de outros agentes com os quais um determinado agente está conectado (*indegree – outdegree*), medindo desta forma a visibilidade de um agente em uma rede. A centralidade de proximidade (*closeness*) indica quão próximo um agente está dos outros agentes da rede, além daqueles aos quais ele está diretamente ligado, medindo a facilidade com que o agente pode se conectar com todos os demais agentes da rede. O índice de centralidade, que mede a intermediação (*betweenness*) indica a importância de um agente para que os demais agentes atinjam por meio dele o

restante da rede, assim é capaz de medir a capacidade do agente em permitir a interação entre os demais agentes da rede (FREEMAN, 1979).

No nível da estrutura da rede como um todo, três métricas merecem destaque: densidade, centralização e complexidade. A densidade de uma rede refere-se ao total de ligações que ela apresenta, comparado ao total de todas as ligações possíveis se todos os agentes estivessem conectados uns aos outros, caso em que a densidade da rede seria igual a 1 (SCOTT, 2000). A centralização da rede procura avaliar qual o grau de agentes centrais em uma rede, entendendo-se por agentes centrais aqueles pelos quais passam a maior parte das conexões, neste caso uma rede com maior grau de centralização é a que apresenta a estrutura de uma estrela, onde um único agente está conectado a todos os demais que por sua vez não estão conectados uns aos outros; o menor grau de centralização ocorre quando todos os agentes da rede possuem o mesmo número de conexões uns com os outros (FREEMAN, 1979). Assim pode-se dizer que o nível de centralização de uma rede está relacionado à distribuição do poder ou controle sobre todos os agentes da rede, ao passo que a densidade reflete a coesão entre seus agentes. O grau de complexidade, por sua vez, é definido como o número de relações de dependência em uma rede e considera tanto o número de agentes como também o grau em que eles estão conectados uns aos outros. Tal fato indica que redes mais complexas exigem maior responsabilidade operacional e de coordenação (KIM et al., 2011).

CAPÍTULO II

Artigo publicado em *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* v. 9(1): 01-10, 2015. O texto se encontra nas normas deste periódico.

Ethanol, corn and broiler: The interdependence amongst the global chains

Abstract

This study aimed to assess the impact of the increase in the United States (US) ethanol production from corn, between 2000 and 2012, and extendedly in the broiler production. A comparative production analysis of the three commodities production in the US and Brazil was given in order to understand the effect on their supply chains. Results indicated that the increase in the US ethanol production was not followed by the local corn and broiler production. Reflexes of the increase in US ethanol production were found in Brazilian broiler production since the corn supply was historically dependent of the US supply. We have also found an opportunity for Brazilian corn production increase with a direct result in ethanol and broiler production since further logistics, and infrastructure solutions are given.

Keywords: interrelated supply chains, energy production, feed production.

Etanol, milho e frango: A interdependência de suas cadeias globais

Resumo

Este estudo avalia o impacto do aumento da produção do etanol nos Estados Unidos sobre a produção do milho do qual é derivado, e conseqüentemente sobre a produção do frango no período entre 2000 e 2012. Uma análise comparativa da produção dos três produtos nos Estados Unidos e no Brasil foi conduzida com o objetivo de contribuir para o entendimento do efeito mútuo em suas respectivas cadeias de suprimento. Resultados indicaram que o aumento da produção do etanol norte americano não foi seguido pela produção local de milho e frango. Reflexos do aumento da produção do etanol nos Estados Unidos foram observados na produção de frango no Brasil uma vez que a produção do milho apresentava dependência histórica do fornecimento norte americano. Também é destacada a oportunidade de aumento na produção de milho no Brasil com impacto direto sobre a produção de etanol de milho e

frango no país, desde que medidas sejam tomadas para melhora na logística e infraestrutura interna.

Palavras chaves: inter-relação entre cadeias de suprimento, produção de energia e produção de alimentos.

1. Introduction

Environmental issues and the use of finite resources have led companies, governments and researchers to seek for developing and promote the use of renewable energies. Nowadays, only 1.1% of all energy produced in the world comes from renewable sources. That leads to the risks of dependence on non-renewable sources (such as coal and oil) from 28% to 32% (WEF, 2013). The search for renewable energy sources enhances the growing international importance of ethanol as fuel and place both Brazil and the United States (USA) in a prominent position in this particular supply chain. Based on the year 2012, world ethanol production was around 78.5 billion L, with the USA and Brazil producing nearly 90% of this total (RFA, 2013).

Researchers, academics, and practitioners indicate promising alternative sources for the production of the cellulosic ethanol; however, both sugarcane (in Brazil) and corn (in the USA) nowadays are the inputs used in fuel production (SUN & CHENG, 2002; FARRELL et al., 2006; SCHEMER et al., 2007). Seventy percent of maize production output is used as feed for the pig and poultry industry (EMBRAPA, 2012). The intensive use of corn as fuel in the US impacts the production of pork and chicken worldwide (FABIOSA, 2012; SANTOS et al., 2010; PIMENTEL et al.; 2008). This fact reflects the importance of an expanded view of a wider scenario of the three commodities chains and indicates the relevance of both products for the US and Brazil in the global market. The aim of this study was to analyze the US and Brazil domestic production fluctuation of each commodity (corn, ethanol, and broiler meat) between 2000 and 2012. The global commodity chain governance over the total interrelated production output was also studied and associated with the production fluctuation analysis.

2. Methodology

The focus of this study was to analyze the supply chain interaction (corn, ethanol, and broiler meat) under the global commodity chain concept (GCC) that consists of a three dimension structure, with the following aspects: (1) To enlist the chain input and output, and

to describes the process of transformation of raw materials into final products. (2) To search for a geographic peculiarity related to the chains behavior. Furthermore, (3) to draw a governance structure that describes the role of each element in the chain for distributing activities and values within the chain (GEREFFI, 1994). The GCC approach provides a conceptual framework that allows examining how the production and consumption are organized across multiple national boundaries in a globalized economy. This method has been persistently and widely used in agri-food studies (JACKSON et al., 2006; TALBOT, 2009).

It was considered that the aggregate production volume within the chains is a result of complex and ample group of approximate values. It also includes multiple decisions from individuals' producers based on variables (such as market offer and demand, international prices, and climate). The evaluation of the quantitative data from each country production was used to support macro and qualitative analysis within the concept of GCC.

Reference database was searched in government related agencies and producers association (Renewable Fuel Association – RFA; Index Mundi; World Agricultural Supply and Demand Estimates Report – WASDE; União da Indústria da Cana-de-Açúcar – ÚNICA; Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB; Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA). A chronology of the production of each commodity within the years of 2000 to 2012 from the US and Brazil was organized. All units were consolidated in tons, and the accumulated variations were calculated for each year using the values of 2000 as reference (TABLE 1). The overall study regards the interactions between the chains (FIGURE 1).

Table 1. Ethanol, corn and broiler production and variation (Δ , %) in the USA and Brazil from 2000 to 2012

Year	Production (10^3 tons)											
	United States			Brazil			United States			Brazil		
Crop	Ethanol	Δ %	Corn	Δ %	Broiler	Δ %	Ethanol	Δ %	Corn	Δ %	Broiler	Δ %
2000	4.635,72	Base	251.854,00	Base	13.702,80	Base	8.367,35	Base	42.289,70	Base	5.980,00	Base
2001	5.033,88	8,59	241.337,00	-4,18	14.033,26	2,41	9.113,64	8,92	35.266,80	16,61	6.740,00	12,71
2002	6.057,72	30,67	227.767,00	-9,56	14.467,46	5,58	9.972,35	19,18	47.410,90	12,11	7.520,00	25,75
2003	7.963,20	71,78	256.229,00	1,74	14.696,00	7,25	11.641,81	39,13	42.128,50	-0,38	7.840,00	31,10
2004	9.669,60	108,59	299.876,00	19,07	15.285,80	11,55	12.156,97	45,29	35.006,70	17,22	8.490,00	41,97
2005	11.102,98	139,51	282.263,00	12,07	15.869,84	15,81	12.498,40	49,37	42.514,90	0,53	8.950,00	49,67
2006	13.807,62	197,85	267.503,00	6,21	15.930,31	16,26	14.096,81	68,47	51.369,90	21,47	9.340,00	56,19
2007	18.486,00	298,77	331.177,00	31,50	16.226,25	18,42	17.796,19	112,69	58.652,30	38,69	10.310,00	72,41
2008	25.596,00	452,15	307.142,00	21,95	16.561,61	20,86	21.745,51	159,89	51.003,80	20,61	10.940,00	82,94
2009	30.146,40	550,31	332.549,00	32,04	15.935,35	16,29	20.295,83	142,56	56.018,10	32,46	10.980,00	83,61
2010	37.626,12	711,66	316.165,00	25,54	16.563,23	20,87	21.627,43	158,47	57.406,90	35,75	12.230,00	104,52
2011	39.531,60	752,76	313.949,00	24,66	16.694,48	21,83	17.918,39	114,15	72.979,80	72,57	13.050,00	118,23
2012	37.825,20	715,95	273.819,52	8,72	16.621,08	21,30	18.348,79	119,29	81.007,20	91,55	12.650,00	111,54
World' Producer Rank	1st		1st		1st		2nd		3rd		3rd	

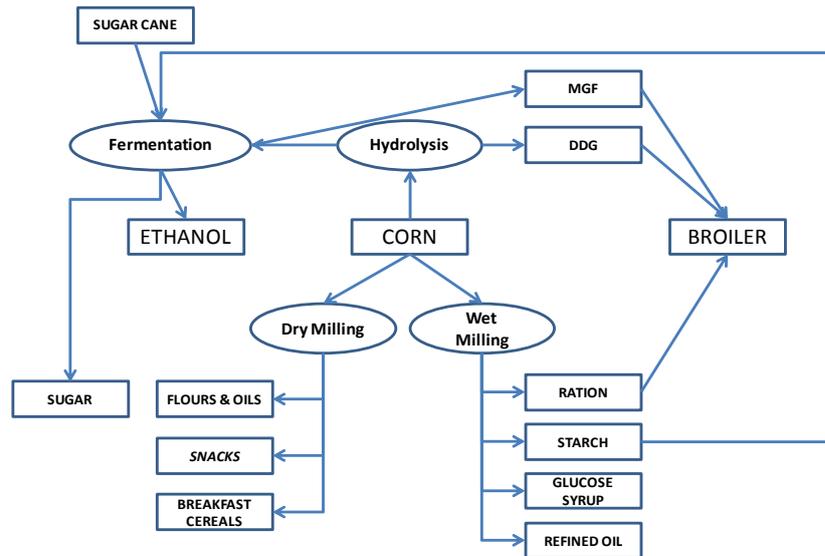


Figure 1. Interrelation between world ethanol, corn and broiler chains

3. Results and Discussion

Ethanol

There are two methods for producing fuel ethanol from corn grain. The wet milling process was developed primarily to produce starch and sugar (maize sugar) for human consumption. Sugar production continues but mostly all wet milling plants also produce fuel ethanol. In this process, maize oil and corn gluten meal are also produced. The resulting byproduct is maize gluten feed (MGF) which contains the fiber from the maize kernel plus the steep liquor, the fermented liquid used in the initial steeping and washing processes. In the dry milling process, the corn grain is milled, and the starch is hydrolyzed with enzymes and fermented with yeast to produce ethanol. The byproduct is distiller's grains (DG) that can be marketed as a wet byproduct (WDGs) or dried to produce dry distillers' grains with soluble (DDGs). In both wet and dry milling, the starch is converted into ethanol. The remaining byproducts are high in fiber, protein and, in the case of DDGs, lipid. The maize byproducts are usually priced lower than maize grain and, therefore, could be economic sources of energy for cattle, in addition to being good protein, sources (KLOPFENSTEIN et al., 2013).

The US corn ethanol production to be added to gasoline is being expanded with governmental subsidies in taxes reduction (FIGUEIRA & BURNQUIST, 2006). According to Banerjee (2011) there are nowadays nearly 200 distinct subsidies to produce ethanol, and it involves 209 ethanol distilleries located in 29 states. By December 2011, there were other 140 units under construction or expansion of their ethanol production capacity, and improvement of both the energy efficiency and the quality of the livestock feed. The Renewable Fuels

Association (RFA) have been played a significant role in providing research data and industry analysis within the USA (RFA, 2012). In Brazil, ethanol production is derived from sugarcane, and the companies that produce fuel also produce sugar. The ratio of output varies according to the fluctuations and trends in the market. Results are sugar; anhydrous ethanol (anhydrous ethyl alcohol fuel - EACA) and water. The ethanol is used in blends with gasoline, and hydrous ethanol (hydrous ethanol fuel - AEHC), or used directly as fuel in vehicles running on ethanol and flex engines. In the 2012/2013 harvest of 293 million tons of sugar cane were used for the production of sugar and 296.0 million were used for the production of ethanol (CONAB, 2013).

According to the Brazilian Department of Agriculture (MAPA, 2012), sugarcane-based ethanol production in Brazil is processed by a structure of 401 plants operating in 23 states. The União da Indústria da Cana-de-Açúcar - UNICA is a result of the merger between multiple sugar cane industry associations in the state of São Paulo. The entity represents the interests of ethanol producers face a number of successive government bodies, which, since 1975 with the implementation of the Brazilian Ethanol Program aimed to regulate the industry. The Brazilian Oil, Gas, and Biofuel Agency - ANP), in association with the Department of Agriculture (MAPA), the Ministry of Mines and Energy (MME), the Ministry of Development, Industry and Commerce (MDIC), and the Ministry of Treasury (MF), represent are currently concentrating efforts to regulate and establish the industry policies (BRASIL, 2012). From the year 2000 there have been mergers and acquisitions marked by the growing introduction of foreign capital. The sugarcane and ethanol agribusiness struggle to thrive under a scenario where in one hand the four largest industrial groups dominate around 32% of the market, and on the other, the four largest distributors concentrate around 57% of the ethanol market (MARQUES et al., 2012).

Corn

Corn (or maize) is the most-produced grain worldwide. With global production of near 860 million tons in 2012, the largest producers were the US (32.1%) and China (24.4%). Brazil ranks in third place with a share of 8.3% in worlds' grain produced (FAO, 2013). Corn provides about 21% of human nutrition worldwide, and also the main energy ingredient in livestock feed. Maize is also processed into a broad range of food and industrial products including ethanol fuel. Other uses are ingredient in cosmetics, ink, glue, laundry starch, medicines, and fabrics. For analyzing the interdependence of the global commodities in the present study, there were used about 120 millions of tons of corn for ethanol production, and

30 million tons for broiler meat production in 2011 (NCC, 2011). With the growth of the ethanol industry and the anticipated expansion of this particular industry, the demand for maize has increased substantially. As late as 2000, 60% of corn grain produced was fed to livestock and poultry. The development of the fuel ethanol industry has changed both the price of corn grain and the usage by livestock and poultry. In 2010, only 42.9% of US maize grain was fed to livestock and poultry while 41.8% was used for fuel ethanol production and 11.2% for food (KLOPFENSTEIN, 2013).

Although criticized by the impact fuel production infers in food production (PIMENTEL et al., 2008; TIMILSINA et al., 2011; TIMILSINA et al., 2012; BANERJEE, 2011), one-third of every bushel of grain processed into ethanol is enhanced and returned to the animal feed market in the form of distiller's grains, corn gluten feed or corn gluten meal. From the 118 million of tons used for ethanol production in 2012, there were also an amount of 34.4 million tonnes of high-quality livestock feed, which includes 31.6 million tonnes of distillers' grains and 2.8 million tons of corn gluten feed and meal. This fact indicates the grain destination between the fuel and food chains. The RFA also states that the ethanol production does not reduce the amount of food available for human consumption, once the ethanol is produced from field corn fed to livestock, not sweet corn fed to humans. Importantly, ethanol production utilizes only the starch portion of the corn kernel, which is abundant and of little value (RFA, 2014). Corn chain is one of the most significant economic sectors of Brazilian agribusiness. Maize represents 37 % of the national production of grains when considering only the primary productions. At the same time, it is basic to poultry and pig production input, two competitive export segments. In 2012, 55 million tons of corn, i.e., 67.9% of the total harvest in the country was used in feedstuff for the broilers produced (VALOR, 2012).

Nearly the total of ethanol produced in Brazil comes from sugarcane. There is the feasibility of producing fuel from corn due to the idle capacity of plants in between sugarcane harvesting seasons. The potential production growth for unused corn due to the lack of demand and serious logistical issues to transport and export the production. Considering the areas used to plant soybean, cotton, and corn during summertime equivalent area could be planted with corn during the short harvesting period (currently, only a portion of this field is used). It represents an additional 73 million tons of corn could be produced. This option would raise the Brazilian production to 152 million annual tons. That is without factoring in productivity increases (SILVA et al., 2014). The governance scenario where production takes place is marked by the influence of the large global corporations. These companies operate in

genetic research, seed production, and the sale of grains and the control the seed market (WOLKINSON, 2009). On the other hand, there is a set of business parties, which traded, processed, distributed, and sold grains that are dominant global traders in the modern agri-food system (OXFAM, 2012).

Broiler Meat

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, of the 104 million tons of poultry meat, broiler meat reaches 82 million tons (FAO, 2013). The USA is the world' largest producer (16.5 million tons). China is the second (13.7 million tons), and Brazil is the third largest producer (12.6 million tons) and the first exporter (3.9 million tons) (ABPA, 2013). In Brazil, the most consumed meat is broiler meat, followed by beef and pork.

As in others sectors, a vertical integration also affects the poultry production in the Brazil and the USA. Operating as integrators, the poultry processors supply the chicks and feed, among others, support services to the grower operators. The integrator provides the chicks and feedstuff, among other aspects of production, to the grower. These big integrators firms have invested large amounts of research and development that has created much time and money into research that has created a very efficient production process (MUHAMMAD et al., 2007). From a global market view, the presence of Brazilian companies is stronger. The country is ranked as the largest global exporter thanks to an impressive market penetration in the Middle East and Europe. Although with operations that are more geared towards the domestic market, the Asian market presence must also be highlighted (WATT, 2014). With the results from the analyzed data it was possible to visualize the following aspects: (a) the increase of ethanol production in the USA and its relationships with the local corn and broiler, as well as the Brazilian ethanol, corn and broiler production; and (b) the trends in the internalization and unification of leadership of the global chains in the three studied commodities.

Production growth of the USA ethanol was achieved at a rate of 716% over the past 12 years, with an annual average of 337%. This increase indicates an unusual example of productivity that deserves attention. The USA has been able to multiply its production of ethanol from corn as a result of a clear and consistent policy of incentive to renewable fuels over the last twelve years. Although the literature identifies as a case of successful energy policy the issue of ethanol from sugarcane in Brazil (ROSILLO-CALLE & WALTER, 2006; SORDA et al., 2010; MEYER et al., 2013) with a production increase of 119% in the same

period, experts and professionals identify the lack of long term planning governmental programs. There is also an absence of explicit rules that discourage investment in the expansion of biofuel production in the country (FARINA et al., 2013). During the studied period (12 years) there was a reversal of roles maintaining the relation of approximately 50% between the world's two largest producers of ethanol. In 2000, the USA produced the corresponding amount of 55% of Brazilian production, and in 2012 Brazil produced the equivalent of 49 % of USA production (FIGURE 2).

The increase in ethanol production in the USA reached expressive marks in the period studied. The same did not occur with the production of corn and chicken that had insignificant increases of 8.7% and 21.3% in the country. From the data collected, the small performance of evolution in the production of corn and chicken in the USA indicated a growth opportunity of the same commodities in Brazil of approximately 91.5% and 111.5%, respectively (FIGURE 3).

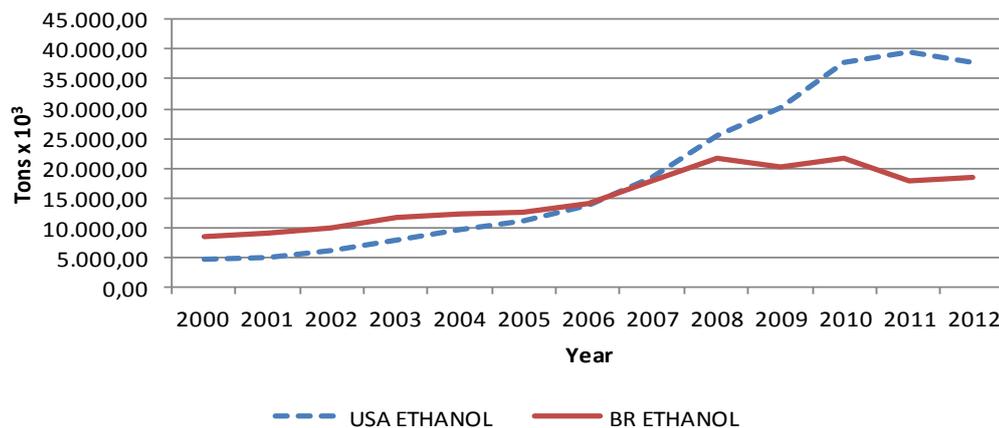


Figure 2. American ethanol and Brazilian ethanol production from 2000 to 2012

The case of corn needs to be enhanced because of the growth rate of production in Brazil (91.5%) over the USA (8.7%) during the analyzed period. Using the current level of productivity, experts estimate that if corn is planted in areas with soybeans, cotton, and corn during the Brazilian summer, an additional amount of 73 million tons of corn could be produced. This initiative would increase total Brazilian corn production to 152 million tons (SILVA et al., 2014). Once explored, the sustainability of the Brazilian corn production could induce significant positive impacts on the poultry meat and even in the ethanol supply chains, considering that pioneering initiatives start using corn for ethanol production.

Results indicated the potential increase in maize production in Brazil, not achieved due to lack of infrastructure and logistics for transportation from the producing area to the consumption market or export. According to EMBRAPA (2012), amongst the barriers to achieving this production there is the depressed market price of corn (half the value of soybeans) and the inadequate transportation infrastructure in Brazil. Taking into account only the domestic market, a bushel of corn (60 kg) is R\$ 14.00 in the Midwest of Brazil (Mato Grosso state, where corn is produced), and it double the price when it reaches the Southern region of the country, where broilers are mainly produced.

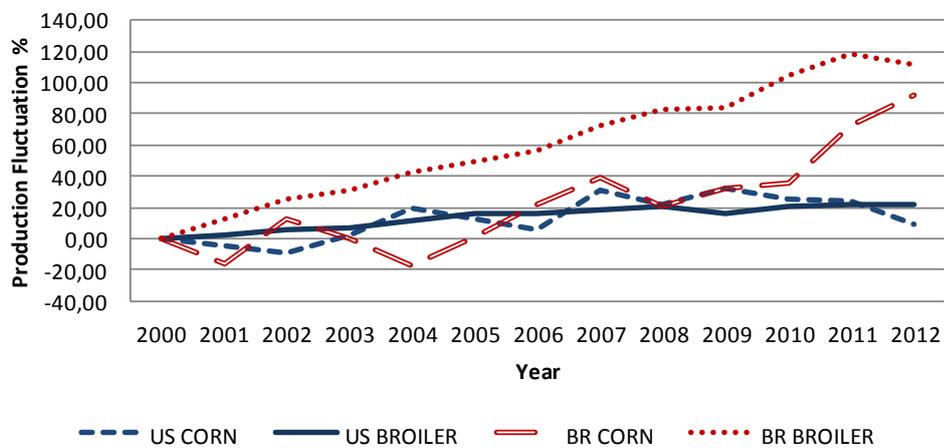


Figure 3. Corn and broiler production fluctuation in the USA and Brazil

The governance structure of GCCs are notable by the internationalization of a small number of big companies that through direct investments start operating in several countries around the world. The verticalization process through the expansion of their operations to all the levels of the chain, acting as landowners, cattle, poultry, biofuel and grain producers; food processors; warehousing and transportation providers; as well as financial-service providers to growers. Furthermore, they provide on one hand, fertilizers and pesticides, and, on the other hand, they mediate the purchases and sales of harvests through a complicated and financed global business (OXFAM, 2012). This context agglomerate at least ten corporate groups that concentrate enormous power and influence over the GCCs' governance. Such issue highlights the importance of discussing this subject and taking actions related to the total of commodities produced in each country. Such should be the result of natural external factors, government policies, or even corporate actions resultant of economic interests under the logic of the business management of large international groups.

4. Conclusions

In the period 2000-2012 the ethanol production in the US raised when compared to the evolution of fuel production in Brazil. This increase denotes the option for US domestic production of the biofuel as energy, and this fact enhanced a greater participation of Brazil in the food chain through the growth of corn and chicken production.

Regarding the governance model of the chains, ruled by a small group of companies operating globally, the production of each commodity appears to function under the logic of corporate decisions influenced by the commodity market.

References

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. Relatório Anual. Technical report. 2013.

BANERJEE, A. Food, Feed, Fuel: Transforming the competition for grains. *Development and Change*, v. 42, p. 529–557, 2011.

BRASIL - Tribunal de Contas da União. Mercado interno de etanol. Tribunal de Contas da União. Relator Ministro Raimundo Carreiro – Brasília: TCU. 2012.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento de safra brasileira : cana-de-açúcar, quarto levantamento, abril/2013 – Brasília. Technical report. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção 1. 8ª edição. Versão Eletrônica. 2012. http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_8ed/economia.htm 2012.

FABIOSA, J.F. The long-run impacts of ethanol subsidies and ethanol expansion on the US corn and pig sectors. *EuroChoices* ©. The Agricultural Economics Society and the European Association of Agricultural Economists, v. 11, p. 29-35, 2012.

FARINA, E.; RODRIGUES, L.; SOUZA, E.L. A política de petróleo e a indústria de etanol no Brasil. *Interesse Nacional*. Julho/Setembro, p.64-75, 2013.

FARRELL, A.E.; PLEVIN, R.J.; TUMER, B.T.; JONES, A.D.; O’HARE, M.; KAMMEN, D.M. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. *Science*, v. 311, p. 506-508. 2006.

FIGUEIRA, S.R.; BURNQUIST, H.L. Programas para álcool combustível nos Estados Unidos e possibilidades de Exportação do Brasil. *Agric. São Paulo*, v. 53, p. 5-18, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Food Outlook, Biannual Report on Global Food Markets. Technical report. June 2013.

GEREFFI, G. The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks. In *Commodity Chains and Global Capitalism*, edited by G. Gereffi and M. Korzeniewics. Westport: Praeger. Pp 95-123. 1994.

JACKSON, P.; WARD, N.; RUSSELL, P. Mobilising the commodity chain concept in the politics of food and farming. *Journal of Rural Studies*, v. 22, p.129 – 141, 2006.

KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E.; BERGER, L.L. Maize is a critically important source of food, feed, energy and forage in the USA. *Field Crops Research*, v. 153, 5-11, 2013.

MARQUES, D.S.P.; PAULILLO, L.F.O.; VIAN, C.E.F. Ethanol trading groups and network governance. *Gestão & Produção*, v. 19, n. 4, pp. 825-840, 2012.

MEYER, P.M.; RODRIGUES, P.H.M.; MILLEN, D.D. Impact of biofuel production in Brazil on the economy, agriculture, and the environment. *Animal Frontiers – The review magazine of animal agriculture*, v. 3, p28-37, 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Relação das unidades produtoras cadastradas no Departamento da Cana-de-açúcar e Agroenergia. Sistema de Acompanhamento da Produção Canavieira. Departamento de Cana-de-açúcar e agroenergia. 2012.
http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/Usinas%20e%20Destilarias%20Cadastradas/DADOS_PRODUTORES_22-10-2012.pdf .

MUHAMMAD, A.; WHITTINGTON, A.; ANDERSON, J.; HERNDON, C. The impact of feed cost in U.S. poultry production: Implications for the impact of increased ethanol production. In: *Bio-Fuels, Food and Feed Tradeoffs Conference*. 2007.

NATIONAL CHICKEN COUNCIL - NCC. Broiler Chicken Industry Key Facts. 2011.
<http://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/statistics/broiler-chicken-industry-key-facts/>

OXFAM INTERNATIONAL. Cereal Secrets - The world's largest grain traders and global agriculture. Oxfam Research Reports. August 2012.

PIMENTEL, D.; MARKLEIN, A.; TOTH, M.A.; KARPOFF, M.; PAIL, G.S.; MCCOMACK, R.; KYRIAZIS, J.; KRUEGER, T. Review - Biofuel impacts on world food supply: Use of fossil fuel, land and water resources. *Energies*, v. 1, p.41-78, 2008.

RENEWABLE FUELS ASSOCIATION - RFA . Accelerating Industry Innovation – 2012. Ethanol Industry Outlook. 2012.

_____. Ethanol Facts: Agriculture - Feeding the World, Fueling a Nation. 2014.
<http://www.ethanolrfa.org/pages/ethanol-facts-agriculture>.

_____. Historic U.S. fuel Ethanol Production. 2013. <http://ethanolrfa.org/pages/statistics#A>.

ROSILLO-CALLE, F.; WALTER, A. Global market for bioethanol: historical trends and future prospects. *Energy for Sustainable Development*. v.10, n.1, pp 20-32. 2006.

SANTOS, R.B.N.; AMORIM, A.L.; CORONEL, D.A.; SANTOS, F.T.P. Relações de co-integração entre preço dos biocombustíveis e alimentos: Comparativo entre o etanol americano e a produção de milho no Brasil. 48º Congresso SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2010.

SCHEMER, M.R.; VOGEL, K.P.; MITCHELL, R.B.; PERRIN, R.K. Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 105, p. 464-469. 2007.

SILVA, T.; VERGES, P.; ORLOVICIN, N.; POMENTA, R. Etanol de Milho no Brasil – Viabilidade de Produção. *Commodity Insight*. INTL FCStone. Technical Report. 2014.

SORDA, G.; BANSE, M.; KEMFERT, C. An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*, v. 38, p.6977 – 6988, 2010.

SUN, Y.; CHENG, J. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology*, v. 8, p.1–11, 2002.

TALBOT, J.M. The comparative advantages of tropical commodity chain analysis. In Jennifer Bair. (ed.) *Frontiers of commodity chain research*. Stanford University Press. California. 2009.

TIMILSINA, G.R.; BEGHIN, J.C.; MENSBRUGGHE, D.; MEVEL, S. The impacts of biofuels targets on land-use change and food supply: A global CGE assessment. *Agricultural Economics*, v. 43, p.315–332, 2012.

TIMILSINA, G.R.; MEVEL, S.; SHRESTHA, A. Oil price, biofuels and food supply. *Energy Policy*, v. 39, p. 8098 –8105, 2011.

VALOR ECONÔMICO. Demanda para a produção de rações deve pressionar cotação do milho. 2012. <http://www.valor.com.br/agro/2532744/demanda-para-producao-de-racoes-deve-pressionar-cotacao-do-milho#ixzz3GWRLHeMR>.

WATT GLOBAL MEDIA - Poultry International Magazine. The world's leading broiler producers. 2014. http://www.wattagnet.com/Worldtoppoultry/world_broiler_producers.html

WILKINSON, J. 2009. Globalization of Agribusiness and Developing World Food Systems. *Monthlyreview.org*. 2009. <http://monthlyreview.org/2009/09/01/globalization-of-agribusiness-and-developingworld-food-systems>

WORLD ECONOMIC FORUM – WEF. Energy transitions: Past and Future. *Energy Vision 2013*. Technical Report. 2013.

CAPÍTULO III

Artigo submetido ao *International Conference Advances in Production Management System (APMS 2015)*.

O texto se encontra nas normas deste evento.

Assessing the relationship between commodity chains: Ethanol, corn and chicken meat

Abstract

Energy and food are two issues of fundamental importance in the scenario of global production and consumption. This study seeks to describe, measure and analyze the interrelationship between the results of global commodity chains such as corn, ethanol and broiler, considering the interconnectivity through their inputs and outputs in the production of both food and biofuel. Based on particular production of the three commodities in the United States and Brazil, Social Network Analysis (SNA) metrics was used to calculate quantitative indicators of centrality (outdegree and indegree) of the products in relation to each other. The study allowed the identification of degree indices for each product at three different times over a period of twelve years. Results enabled the understanding of the importance and evolution of the relationship between the output of each commodity chain.

Keywords: agribusiness; social network analysis; interrelated global chains.

1. Introduction

According to the conceptual approach of the global commodity chain – GCC [1], the first dimension of the chain is comprised of an input – output structure, which describes the transformation process of raw materials and other inputs in the final products. In this approach, the ethanol, corn and broiler chains are interconnected; from a global point of view, once the final product of the corn chain can be an input of the ethanol chain, and both corn and ethanol chains outputs provide inputs for the broiler chain. A great part of the studies found in current literature, define the border of their chain or network analysis based on one single product or commodity [2,3,4], and therefore fail to consider important aspects that refer to the inter-relationship between one chain and another. Defined as a network of labor and production processes, which results in a finished commodity, the concept surpasses the issues of the transformation processes and goes on to consider the ways in which people, places, and processes are related to each other in the global economy [4]. The second dimension of the

chain comprises a configuration of geographical configuration [1] considering transportation and communication, as well as institutional structures from each region, grounded on the world system theory [5]. According to this concept, it is understood that the productive processes are developed following relationship logic between countries in the southern hemisphere and the northern hemisphere. The commodity chain approach becomes global and changes the focus of production in a specific country to a specific commodity, and consequently in how the agents in the several countries cooperate or diverge from the rules to govern the chains and take ownership of the profits generated [6].

Given the relevance of agribusiness in the national and global scenario, the present study relates the total production of ethanol, corn and broiler chains in Brazil and in the United States, the world's largest producers of these commodities [7]. The Social Network Analysis - SNA and the Graph theory [8] were applied in the quantitative analysis. A chain is composed of nodes and links, which connect the nodes. In SNA, the nodes (people or companies) are connected to each other through links, and patterns can be analyzed and calculated at two different levels: analysis of the nodes and analysis of the entire chain. In the first case, it is possible to assess the involvement and importance of a particular node in relation to the complete chain [9, 10]. Among others, it is possible to calculate centrality rates which measure: the degree (the link's volume of direct relation with the other nodes); the closeness (the indirect linking capability with the other nodes in the chain); and the betweenness (which considers the possibility of relationship between different groups of nodes that compose the chain) [9].

Regarding the chain in its' completeness, the SNA metrics allow the calculation of density, centralization and complexity rates, which enables the possibility to observe the organization of the whole chain from the point of view of the set of links of which it is composed of [11].

The present study aimed to identify a quantitative instrument that allow to indicate the importance degree of a commodity chain output in relation to others chain's out-puts which they are compared to, and thus contribute to the analysis of the global commodity chains and their inter-relations, both in particular moments as well as in their evolution in time.

2. Methodology

To analyze the relation between the respective chains, the outputs were considered as the total production of each commodity (ethanol, corn, and broiler). It is understood that the

totals of the annual production represents the result of a complex business that involves previous decisions based on price [12, 13], climate [14], availability of natural resources [15], labor [16], and economic and governmental politics [17], as well as interaction with other areas of knowledge such as biology, agronomy, mechanics, chemistry, physics and sustainability [18, 19].

The values were obtained from data published by the organizations USDA – United States Department of Agriculture, RFA – Renewable Fuels Association, National Chicken Council, CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (National Supply Company), ÚNICA – União da Indústria da Cana-de-Açúcar (Brazilian Sugarcane Industry Association), e UBABEF – União Brasileira de Avicultura (Brazilian Poultry Union). Although the measurements are expressed in different units by the countries, all of the values were transformed in metric tons (1,000 kg) for comparison purposes. The reporting period covers the years 2000, 2006 and 2012 (Figure 1).

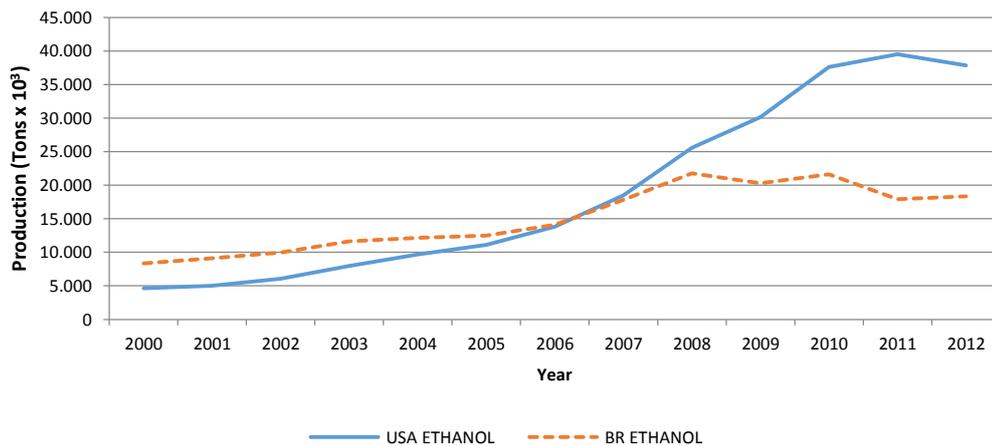


Figure 1. American and Brazilian ethanol production from 2000 to 2012

In order to establish a comparison between the outputs of the chains, the proportions were calculated for each commodity production over the production of the other two. Values expressing the rate of importance of each one over the two others were obtained, in terms of quantity produced in Brazil and in the United States, in the selected periods (Table 1). Ethanol, corn, and broiler were considered as nodes within a simplified network. The links between the nodes were quantified using the values expressed in Table 1.

Data was processed using the software UCINET [20] to identify the centrality index for each node indicating the outdegree, which evaluates the relationship of a product when compared to the others; and the indegree, indicating the relationship with the others to the same product [9].

Once graphic representation helps the understanding of the connections within a network [21], the software NetDraw 4.14 [22] along with the software UCINET for Windows was used to elaborate the graphics that shows the relationship between the three commodities production.

Table 1. Compared production of Ethanol, Corn and Broiler in the USA and Brazil

PRODUCT	BRAZIL			UNITED STATES			
	2000	2006	2012	2000	2006	2012	
Ethanol	8.367,35	14.096,81	18.348,79	4.635,72	13.807,62	37.825,20	
Corn	42.289,70	51.369,90	81.007,20	251.854,00	267.503,00	273.819,52	
Broiler	5.980,00	9.340,00	12.650,00	13.702,80	15.930,31	16.621,08	
RELATION	BRAZIL			UNITED STATES			
A	b	Ratio **			Ratio **		
Corn	Ethanol	5.05	3.64	4.41	54.33	19.37	7.24
Corn	Broiler	7.07	5.50	6.40	18.38	16.79	16.47
Ethanol	Corn	0.20	0.27	0.23	0.02	0.05	0.14
Ethanol	Broiler	1.40	1.51	1.45	0.34	0.87	2.28
Broiler	Corn	0.41	0.18	0.16	0.05	0.06	0.06
Broiler	Ethanol	0.71	0.66	0.69	2.96	1.15	0.44

* Production = 103 tons

** Ratio = a/b

3. Results and Discussion

According to the rates calculated in Table 1 and represented by the graphs in Figure 2, it was possible to establish and view comparisons between one commodity (node) and the others. The size of the nodes is proportional to the volume of the specific production. The lines which connect the nodes indicate the relationship between the volume of production of each good, and the numbers next to the nodes indicate the ratio between the production of a good versus the other one it is related to. It was possible to observe the relationship and the evolution of ethanol, corn and broiler productions through time: in 2000, 2006 and 2012 in Brazil (Figure 2 a, b, c), and in the United States (Figure 2 d, e, f).

As the aim of the paper is the establishment of an indicator able to measure the ratio of an element (node) not only with one another, but with all the other elements (nodes) that are part of the network. It was possible using the software UCINET, to calculate the outdegree which measures the degree of importance of each product over all the others, as well as the indegree that measures the importance of all the others over it [9, 24].

Table 2 shows the indegree and outdegree of each product in Brazil and the United States during the period studied. Thus a single indicator is introduced to assess the relation of production between a specific commodity with all the others considered in the chain or network.

In Brazil, the results obtained denote a relatively smooth trajectory for the three commodities considered. In the case of ethanol derived from cane sugar, the outdegree slightly increased, ranging from 1.60 in 2000 to 1.68 in 2012. The corn showed a slight decline of its outdegree, ranging from 12.12 to 10.81. No change in the broiler's importance degree compared to the other two commodities was observed at the same period. These indicators reinforce the Brazilian policy which neither encourage biofuel production [25], nor favor the production of grain, feed and poultry, whose advances occur despite the financial constraints, lack of supportive transport logistics and distribution infrastructure [26, 27].

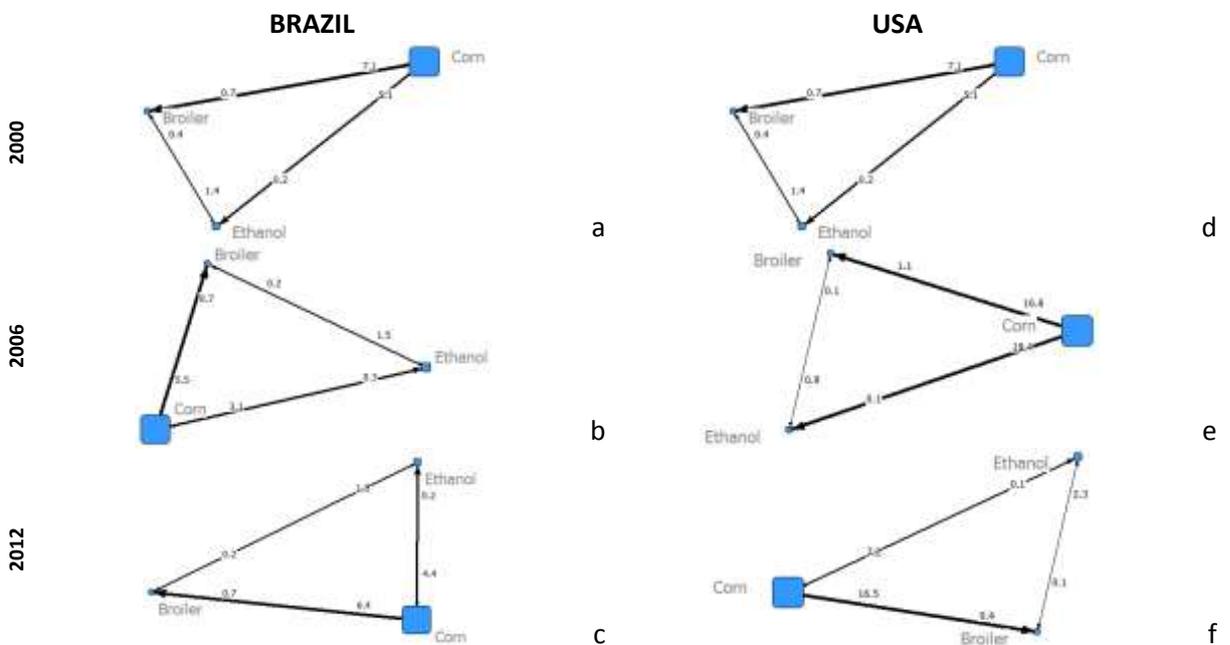


Figure 2. Graphic representation of the relationship between ethanol, corn and broiler production.

Table 2. Outdegree and indegree values of the ethanol, corn and broiler chains output

	BRAZIL			UNITED STATES			TOTAL		
	2000	2006	2012	2000	2006	2012	2000	2006	2012
OUTGREE									
Ethanol	1.60	1.78	1.68	0.36	0.92	2.42	0.70	1.19	2.08
Corn	12.12	9.14	10.81	72.71	36.16	23.71	37.56	24.05	18.44
Broiler	0.85	0.84	0.85	3.01	1.21	0.50	1.58	0.99	0.60
INDEGREE									
Ethanol	5.76	4.30	5.10	57.29	20.52	7.68	24.13	12.34	6.84
Corn	0.34	0.45	0.39	0.07	0.11	0.20	0.11	0.17	0.24
Broiler	8.47	7.01	7.85	18.72	17.66	18.75	15.60	13.72	14.04

In the case of the United States, on the other side, the evolution of the degree of importance of ethanol when compared to the decrease of the importance of corn and chicken, confirm both the policy of encouraging the production of renewable energy as an alternative to fossil fuels derived from oil [28, 29, 30], as well the productivity leap achieved by ethanol chain, whose outdegree jumped from 0.36 in 2000 to 2.42 in 2012. Also noteworthy is the fact that the evolution of the importance of ethanol in the last twelve years occurs despite the outdegree decline of the corn, its main raw material, from 72.71 to 23.71; and also the chicken outdegree decrease from 3.01 to 0.50 which use the same corn as a feedstock.

Considering the total production amount of the three commodities in both the United States and Brazil, it was observed a large increase of importance in the biofuel chain over the food chains (corn and broiler). The evolution of the ethanol outdegree from 0.70 in 2000 to 2.08 in 2012, comparing with the food chains such as corn and broiler which outdegree decreased from 37.56 to 18.44 and from 1.58 to 0.60 respectively in the same period, have contributed with quantitative evidences to the food versus fuel discussion.

4. Conclusions

The values of outdegree and indegree were obtained for the three simplified studied commodity chains, using the SNA concept. The calculation of these values and the visualization of the network allow assessing the progress and output behavior of a chain, in relation to another one over time. Further studies are recommended to include full extent of the commodity chain in order to have a more precise view of the interrelations of the agribusiness chains.

References

1. Gereffi, G.: The organization of buyer-driven global commodity chains: How U.S. retailers shape overseas production networks. In: Gereffi, G., Korzeniewicz, M. (eds.) *Commodity chains and global capitalism*, pp. 95-122. Westport, CT: Praeger (1994)
2. Thompson, G.F.: *Between hierarchies and markets: The logic and limits of network forms of organization*. Oxford University Press, New York (2003)
3. Talbot, J.M.: The comparative advantages of tropical commodity chain analysis. In: Bair, J. (ed.) *Frontiers of commodity chain research*, pp. 93-109. Stanford University Press, California (2009)

4. Bair, J.: Global commodity chains – Genealogy and review. In: Bair, J. (ed.) *Frontiers of commodity chain research*, pp.1-34. Stanford University Press, California (2009)
5. Wallerstein, I.: The rise and future demise of the world capitalism system: Concepts for comparative analysis. *Comparative Studies in Society and History*. 16(4), 387-415 (1974)
6. Talbot, J.M.: Tropical commodity chains, forward integration strategies and international inequality: coffee, cocoa and tea. *Review of International Political Economy*. 9(4), 701-734 (2002)
7. Ferragi, E.M., Nääs, I.A.: Ethanol, corn and broiler: The interdependence between the global chains. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*. 9(1), 01-10 (2015)
8. Borgatti, S.P., Mehra, A., Brass, D. J., Labianca, G.: Network analysis in the social scienc-es. *Science*. 323, 892-895 (2009)
9. Freeman, L. C.: Centrality in social networks: Conceptual clarification. *Social Networks*. 1, 215-239 (1978)
10. Wasserman, S., Faust, K.: *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press, Cambridge (1994)
11. Kim, Y., Choi, T.Y., Yan, T., Dooley, K.: Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach. *Journal of Operations Management*. 29, 194–211 (2011)
12. Mitchell, D.: A note on rising food prices. World Bank Policy Research Working Paper 4682. The World Bank Development Prospects Group, <http://econ.worldbank.org> (2008)
13. Ajanovic, A.: Biofuels versus food production: Does biofuels production increase food prices? *Energy*. 36(4), 2070-2076 (2011)
14. Lobell, D.B., Schlenker, W., Costa-Roberts, J.: Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. *Science*. 333, 616-620 (2011)
15. Nusser, S.M., Goebel, J.J.: The National Resources Inventory: a long-term multi-resource monitoring programme. *Environmental and Ecological Statistics*. 4(3) 181-204 (1997)
16. Radhakrishna, R.: Agricultural Growth, Employment and Poverty: A Policy Perspective. *Economic and Political Weekly*. 37 (3), 243-245+247-250 (2002)
17. Krueger, A. O., Schiff, M., Valdés, A.: Agricultural Incentives in Developing Countries: Measuring the Effect of Sectoral and Economywide Policies. *World Bank Economic Review*. 2(3), 255-271 (1988)
18. Demirbas, A.: Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review. *Applied Energy*. 86, Supplement 1, S108–S117 (2009)
19. US EPA – U.S. Environmental Protection Agency. National Agriculture Center. <http://www.epa.gov/agriculture/ag101/printcrop.html>

20. Borgatti, S.P., Everett, M.G., Freeman, L.C.: UCINET ® 6.0. Natick, MA: Analytic Technologies (2002)
21. Hanneman, R. A., Riddle, M.: Introduction to social network methods. University of California, Riverside (2005) <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>
22. Borgatti, S.P.: NetDraw Software for Network Visualization. Analytic Technologies: Lexington, KY (2002)
23. Studder, D.: Data visualization and discovery for better business decisions. TDWI best practices report. TDWI research (2013) <http://tdwi.org>
24. Opsahl, T., Agneessens, F., Skvoretz, J.: Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*. 32(3), 245-251 (2010)
25. Farina, E., Rodrigues, L., Souza, E. L.: A política de petróleo e a indústria de etanol no Brasil. *Interesse Nacional*. Julho/Setembro, 64-75 (2013)
26. Valdes, C., Lopes, I. V., Lopes, M. R.: Changing food demand challenges Brazil's farm sector. *Brazilian Agriculture*. October 2009, 27-33 (2009)
27. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Milho e Sorgo (2012) <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo>
28. Figueira, S.R., Burnquist, H. L.: Programas para álcool combustível nos Estados Unidos e possibilidades de Exportação do Brasil. *Agric. São Paulo*. 53, 5-18 (2006)
29. Sorda, G., Banse, M., Kemfert, C.: An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*. 38, 6977–6988 (2010)
30. Banerjee, A.: Food, Feed, Fuel: Transforming the competition for grains. *Development and Change*. 42, 529-557 (2011)

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Discussão

A motivação para a realização deste estudo baseou-se na hipótese de que a análise da cadeia de uma mercadoria específica pode ser expandida e considerar também a análise das cadeias de outras mercadorias a ela relacionadas, e assim oferecer uma compreensão maior da complexidade dos fatores que impactam na performance de cadeias específicas em ambientes reais.

Através da abordagem qualitativa da GCC, três aspectos foram considerados referentes às três cadeias: um sistema de entradas e saídas (*input – output*), a questão da territorialidade geográfica, e também a questão da governança exercida pelos componentes das cadeias. Conforme o artigo apresentado no capítulo II, a visão sistêmica considerando entradas e saídas permitiu o relacionamento entre a cadeia global do combustível e as cadeias globais do milho e do frango, uma vez que grande parte do etanol é derivado do milho que também é insumo básico para a ração que alimenta a cadeia do frango. Quanto à territorialidade geográfica, foram considerados os Estados Unidos e o Brasil, face à relevância dos dois países no tocante a produção mundial tanto do etanol como também do milho e do frango. Já na dimensão da governança das cadeias foi possível observar a atuação de grandes corporações globais e suas ações intercadeias e multcadeias que apontaram para a concentração da produção global das três mercadorias sob o comando de grandes empresas transnacionais, que muitas vezes são as mesmas nas três cadeias, indicando a influência da lógica corporativa sobre os resultados observados em cada país ou região geográfica.

Com base em tal abordagem foi possível observar que na cadeia do etanol, o crescimento da ordem de 716% produção do combustível proveniente do milho nos Estados Unidos entre 2000 e 2012, não foi acompanhado na mesma proporção pela evolução na produção do etanol proveniente da cana-de-açúcar no Brasil, embora não seja desprezível a evolução da ordem de 120% na produção do biocombustível brasileiro. O impacto do comportamento da cadeia do etanol nas cadeias do milho e do frango apresentou resultados distintos nos Estados Unidos e no Brasil no período estudado. Nos Estados Unidos foi observada uma evolução não expressiva na produção do milho (9%) e do frango (21%),

enquanto o Brasil registrou um incremento 92% na produção do milho e 111% na produção do frango. Este fato indicou oportunidades de aumento da produção brasileira de alimentos (milho e frango) frente ao posicionamento dos Estados Unidos direcionado à produção de energia.

Ainda que reconhecendo a complexidade das inúmeras variáveis que impactam direta e indiretamente no comportamento das produções agregadas e suas cadeias, avalia-se que os resultados apresentados sob a ótica de GCC, cumprem o propósito de trazer maior entendimento e avançar na compreensão das relações intra e intercadeias, evidenciando posicionamentos estratégicos em relação à produção de energia *versus* alimentos.

Embora constatada a contribuição da análise das cadeias em referência sob a abordagem da GCC, o caráter qualitativo da abordagem apresentou limitações com relação à forma de como avaliar e mensurar quantitativamente as relações entre as cadeias estudadas. Para tanto, de forma complementar, o estudo avançou para uma análise quantitativa do comportamento das cadeias através dos instrumentos utilizados na SNA, fundamentados na teoria de grafos e teoria de redes.

Com os dados referentes aos totais da produção do etanol, milho e frango, foi possível estabelecer relacionamentos entre suas respectivas cadeias, e com a utilização dos *softwares* NetDraw e UCINET foram calculados indicadores de centralidade de cada mercadoria em relação às demais em diferentes momentos no decorrer de um determinado período.

Gráficos permitiram a visualização dos valores de *indegree* e *outdegree*, e assim tornaram possível a avaliação e mensuração da importância de uma mercadoria em relação a todas as demais e de todas as demais sobre ela em períodos distintos e no decorrer do tempo, em dois países representativos em termos de produção mundial.

O artigo apresentado no Capítulo III mostrou cálculos e discutiu os índices de centralidade do etanol, do milho e do frango nos Estados Unidos, no Brasil e no mundo nos anos de 2000, 2006 e 2012. Fortemente impactado pela relevância da produção norte americana, foi possível observar e quantificar a evolução da importância do resultado de cada uma das cadeias em relação às demais, nos dois países, no período estudado. Desta forma, o aumento do grau de importância (*indegree*) do etanol em relação ao milho e ao frango de 0,70 em 2000 para 2,08 em 2012; e a diminuição do grau de importância (*indegree*) do milho de 37,56 para 18,44, e do frango de 1,58 para 0,60 no mesmo período; evidenciam e contribuem

com medidas quantitativas para o endereçamento das questões que tratam do tema alimento *versus* energia.

2. Conclusões

Os dois artigos apresentados de forma integrada e complementar no presente trabalho, permitiram ampliar o escopo das análises de cadeias de mercadorias específicas, tornando possível analisar a cadeia do etanol e as inter-relações com duas outras cadeias distintas: a do milho e a do frango. Verificou-se que a abordagem conceitual, de caráter qualitativo, da *Global Commodity Chain* – GCC, foi adequada para a análise da relação entre mercadorias de cadeias distintas, porém insuficiente para a avaliação e mensuração quantitativa de tais inter-relacionamentos. Concluiu-se também que os instrumentos de *Social Network Analysis* – SNA, através dos indicadores de centralidade de redes (*indegree* e *outdegree*), permitiram a avaliação do resultado (*output*) de uma cadeia com relação ao resultado das demais cadeias estudadas. Desta forma foi possível avaliar quantitativamente a evolução da importância do etanol em relação ao milho e ao frango em um período de 12 anos nos Estados Unidos e no Brasil, bem como a diminuição da importância tanto do milho em relação ao etanol e ao frango, como do frango em relação ao etanol e ao milho no mesmo período. Os resultados de tais análises permitiram medir a evolução da importância de um produto em relação aos demais, e no caso apresentado contribuir com as com o debate da questão alimento *versus* combustível. O impacto do comportamento do grau de centralidade do etanol brasileiro e do etanol norte-americano na cadeia global do biocombustível e o consequente efeito no grau de centralidade em nível regional e global no resultado da cadeia do frango que também utiliza o milho como seu principal insumo constituem exemplos de métricas capazes de contribuir para a compreensão das dinâmicas das cadeias de mercadorias e seus inter-relacionamentos no ambiente global de alta complexidade.

Assim, foi possível elaborar uma análise expandida e integrada das três mercadorias de acordo com um referencial teórico consolidado.

3. Trabalhos futuros

Uma vez que para efeito de validação da análise o escopo do trabalho foi restringido a três mercadorias e dois países produtores, conforme descrito na metodologia, os resultados

apresentados sinalizam para a oportunidade de ampliação do escopo envolvendo mais produtos e países, tendo em vista a capacidade de análise expansível dos instrumentos e métodos utilizados.

Com relação aos países, a simples inclusão da China nas considerações, elevaria substancialmente a representatividade das cadeias globais estudadas, uma vez que o país asiático ocupa a segunda posição na produção mundial de frango e milho. Sobre os produtos, sugere-se que poderiam ser considerados a cana-de-açúcar e o açúcar, o biodiesel e suas fontes, como a soja entre outros. Tais produtos permitiriam ainda a inclusão de outros países como a Índia, no caso do açúcar, e a Argentina, no caso da soja, por exemplo.

Embora a capacidade de expansão das análises seja ilimitada, salienta-se que a ampliação do escopo por meio de estudos futuros, ainda que de forma gradual, poderá trazer importantes contribuições para a compreensão do desempenho dos variados produtos agrícolas, notadamente no que se refere à inter-relação e estrutura de suas cadeias, à governança sobre elas exercida e às regiões geográficas onde ocorrem as produções. Da mesma forma, indicadores de centralidade, proximidade e intermediação, tendo em vista uma base mais ampla de mercadorias e países em momentos diferentes, permitirão melhor compreensão das inter-relações e impactos entre a produção de diversas mercadorias e suas respectivas cadeias em nível nacional e global.

Entende-se assim, que os resultados aqui apresentados e propostos como futuros trabalhos venham a contribuir para decisões estratégicas empresariais e como informações de apoio para definição de políticas produtivas regionais e globais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAIR, J. Global commodity chains: genealogy and review. In: BAIR, Jennifer (ed.) **Frontiers of commodity chain research**. California: Stanford University Press. 2009.
- BANERJEE, A. Food, feed, fuel: transforming the competition for grains. **Development and Change**, v. 42, n. 2, p. 529–557. 2011.
- BARABÁSI, A-L. **Network Science**. E-Book Version: July 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento. Mapa. **Setores da Economia**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/setores-da-economia/agronegocio/print>>. Acesso em: 30 mai. 2013.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. UCINET ® 6.0. Natick, MA: **Analytic Technologies**. 2002.
- BORGATTI, S.P.; LI, X. On social network analysis in a supply chain context. **Journal of Supply Chain Management**, v. 45, n. 2. 2009.
- CICCANTELL, P.; SMITH, D. A. Rethinking global commodity chains: integrating extraction, transport, and manufacturing. **International Journal of Comparative Sociology**, v. 50, p. 361-384. 2009.
- ERDÖS, P.; RÉNYI, A. On random graphs. **Publicationes Mathematicae**, v. 6, p. 290, 1959.
- FREEMAN, L. C. Centrality in social networks: conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, p. 215–239. 1979.
- GEREFFI, G. The organization of buyer-driven global commodity chains: How U.S. retailers shape overseas production networks. In: GEREFFI, G.; KORZENIEWICS, M. (eds.) **Commodity chains and global capitalism**. Westport, CT: Preager Publishers. 1994.
- GRANOVETTER, M. S. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**, v. 78, p. 1360. 1973.
- HOPKINS, T. K.; WALLERSTEIN, I. Patterns of development of the modern world-system. **Review**, v.1, n.2, p.11-145, 1977.
- _____. Commodity chain in the world-economy prior to 1800. **Review**, v.10, n.1, p. 157-170, 1986.
- _____. Commodity chains: construct and research. In: GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M. (eds.). **Commodity chains and global capitalism**. Westport, CT: Preager Publishers.1994.
- JACKSON, P.; WARD, N.; RUSSELL, P. Mobilising the commodity chain concept in the politics of food and farming. **Journal of Rural Studies**, v. 22, p.129–141, 2006.

KIM, Y.; CHOI, T. Y.; YAN, T.; DOOLEY, K. Structural investigation of supply networks: a social network analysis approach. **Journal of Operations Management**, n. 29, p.194–211, 2011.

MUELLER, R. A. E.; BUERGELT, D.; SEIDEL-LASS, L. Supply Chains and Social Network Analysis. Paper prepared for presentation at the **110th EAAE Seminar ‘System Dynamics and Innovation in Food Networks’** Innsbruck-Igls, Austria February 18-22, 2008. Department of Agricultural Economics, CAU, Kiel, Germany. 2008.

NCGA. National Corn Growers Association. World of corn. Unlimited possibilities. **Report 2013**. Disponível em: <www.ncga.com>. Acesso em: 10 out. 2014.

RFA. Renewable Fuels Association. Historic U.S. fuel Ethanol Production. **Ethanol RFA**. Disponível em: <http://ethanolrfa.org/pages/statistics#A>>. Acesso em: 01 nov. 2013.

SCOTT, J. **Social Network Analysis: A Handbook**. Sage Publications, London. 2000.

TALBOT, J. M. The comparative advantages of tropical commodity chain analysis. In: BAIR, J. (ed.) **Frontiers of commodity chain research**. Stanford University Press. 2009.

THOMPSON, G. F. **Between hierarchies and markets: the logic and limits of network forms of organization**. New York: Oxford University Press. 2003.

WARE, C. **Information Visualization: perception for design**. Morgan Kaufmann Publishers is an imprint of Elsevier. 2nd edition. 2004.