

Fatores determinantes para a sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil

Silvio Francisco dos Santos

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), Brasil
sfsantos@inmetro.gov.br

Suzana Borschiver

Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil
suzana@eq.ufrj.br

Vanderléa de Souza

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), Brasil
vsouza@inmetro.gov.br

Abstract

This article describes a study designed to identify factors for the management of the biodiesel supply chain. Preliminary aspects were identified from literature and interviews with experts. The aspects were evaluated resulting in a set of 24 variables. The variables, along with other relevant issues, supported the elaboration of a questionnaire placed on a *website* which served to obtain the perception of a number of experts involved in the biodiesel supply chain.

The perceptions of the experts were analyzed by multivariate techniques resulting in a structure comprising six factors for the management of the biodiesel supply chain.

The study was carried out by a group of researchers from the Post-Graduate Program in Chemical and Biochemical Technological Processes of Rio de Janeiro Federal University/UFRJ, and from the National Institute of Metrology, Quality and Technology/Inmetro. Thus, the authors hope to contribute to the scientific community and promote a critical reflection on the theme.

Palavras-chaves: cadeia produtiva do biodiesel; sustentabilidade; fatores determinantes.

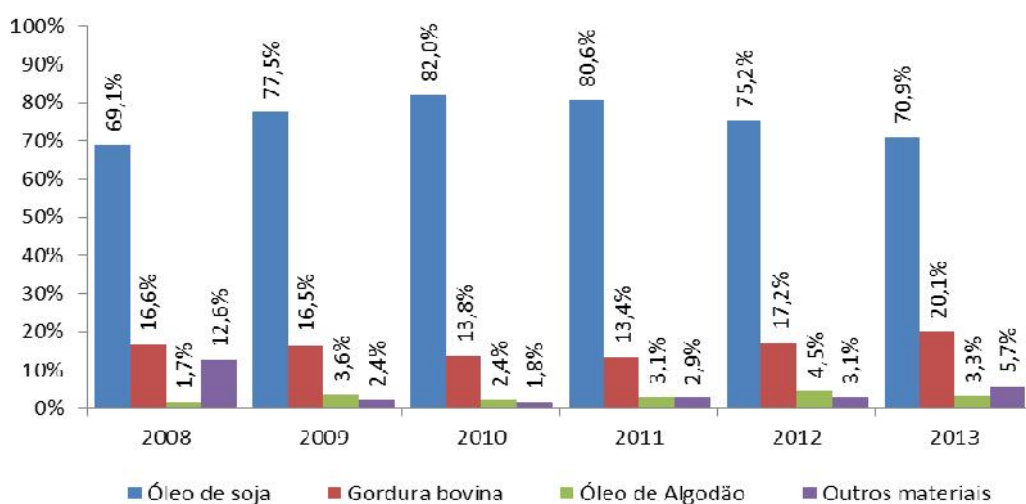
1. Introdução e objetivos

Ao longo dos últimos anos o interesse pelas fontes renováveis de energia tem crescido devido a uma série de questões, como o aumento no preço e na demanda por energia, preocupações sobre o suprimento de combustíveis fósseis, bem como as consequências devidas aos impactos negativos sobre o meio ambiente. Nesse contexto, a literatura tem destacado a importância do biodiesel devido às suas características especiais, como a possibilidade de substituir o diesel de petróleo nos motores de combustão interna, sem a necessidade de ajustes significativos, e seu potencial para reduzir os impactos negativos ao meio ambiente (Covrig; Bosch-Gual, 2010; Kurki; Hill; Morris, 2010; Pradhan et al., 2009; Vasudevan; Fu, 2010; Zhang et al., 2003).

A produção do biodiesel ainda é dominada pelas tecnologias de primeira geração, que usam principalmente a biomassa oriunda de culturas destinadas à alimentação, mas vários

estudos têm sido realizados visando o desenvolvimento de biodiesel produzido a partir de culturas não destinadas à produção de alimentos. O biodiesel tem sido usado principalmente na área de transportes e geração de energia, e é objeto de várias pesquisas devido à sua importância para a matriz energética brasileira, para a redução de importações e para a geração de empregos. De acordo com o Instituto de Pesquisas Econômicas do Brasil (Ipe), o biodiesel, em comparação com o diesel fóssil, é capaz de gerar 113% a mais de empregos e de aumentar em até 35% o Produto Interno Bruto (Guilhoto; Cunha, 2012). Dados de 2008 a 2011 do mesmo Instituto mostram uma redução significativa das importações de diesel fóssil, registrando em 2008 uma queda de 32,11%, ao mesmo tempo em que a quantidade da mistura de biodiesel tem aumentado, alcançando 4,54% em 2010 e 4,90%, em 2011 (Guilhoto; Cunha, 2012).

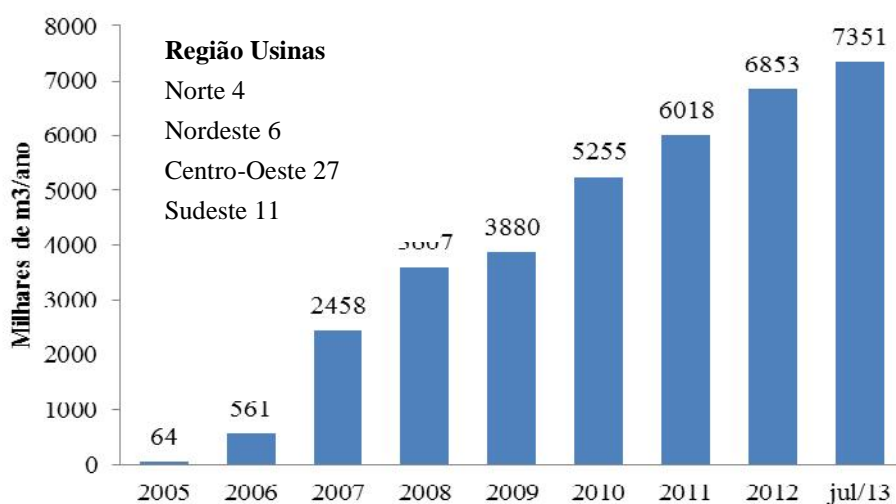
As principais matérias-primas usadas para a produção do biodiesel são a soja e a gordura bovina (Figura 1) (MME, 2013a).



Fonte: Ministério das Minas e Energia (MME, 2013). Dados de 2013 referem-se aos meses de janeiro a abril.

Figura 1 - Participação das matérias-primas usadas na produção do biodiesel

A Figura 2 mostra a evolução da capacidade instalada nos últimos anos, em milhares de m³/ano. Atualmente a capacidade instalada é de 7.351 mil m³/ano (MME, 2013a), distribuída por 60 usinas nas 5 regiões brasileiras.



Fonte: Ministério das Minas e Energia (MME, 2013).

Figura 2 - Evolução da capacidade instalada de produção do biodiesel

As características do biodiesel (nacional ou importado) são estabelecidas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e seguem padrões normativos definidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, pela *International Organization for Standardization (ISO)* e pela *European Committee for Normalization (CEN)* (ANP, 2012b). A percentagem de B100 (biodiesel não misturado), adicionada compulsoriamente ao óleo diesel mineral, permanece constante em 5% no Brasil.

Tem sido amplamente discutido no Brasil que a produção do biodiesel deve buscar maneiras de contribuir para o crescimento da competitividade do país, considerando o equilíbrio entre crescimento econômico, a manutenção da qualidade do meio ambiente e do bem-estar social, com foco na inclusão social e no desenvolvimento regional (MDIC, 2006; PNPB, 2004b; Ubrabio, 2010). Nesse sentido, a cadeia produtiva do biodiesel desempenha um importante papel, pois os fatores-chave associados com a sustentabilidade da cadeia produtiva das bioenergias, em geral, estão relacionados às operações relativas a técnicas de colheita, armazenamento, transporte e pré-tratamento, bem como questões relacionadas ao sistema de produção e operações em geral (Gold; Seuring, 2011).

Assim, devido ao grande debate em torno dos biocombustíveis e sua importância estratégica para a economia nacional, considera-se, em particular no caso do biodiesel, que é necessário desenvolver metodologias que contemplem as características e especificidades do setor, de forma a torná-lo competitivo e preparado para um desempenho de longo prazo que atenda aos requisitos de sustentabilidade. Espera-se, ainda, que tais metodologias considerem a interação harmônica das variáveis relevantes associadas à cadeia produtiva do biodiesel, bem como aos recursos disponíveis, tais como ativos, competências, processos organizacionais, informações e conhecimento, e o relacionamento com o governo, clientes e fornecedores.

Todos esses aspectos estão no escopo do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), programa interministerial lançado pelo Governo Brasileiro em 2004 (PNPB, 2004b) e são considerados no presente estudo. O estudo também é consistente com a visão das Nações Unidas, que incentiva os países a adotarem procedimentos e estratégias para o desenvolvimento sustentável capazes de estimular a harmonização das diferentes políticas setoriais, econômicas, sociais e de meio ambiente, objetivando integrar esses aspectos e sua implementação nos vários níveis de decisão (UN, 1992).

Levando em consideração a complexidade e os muitos aspectos que envolvem a cadeia produtiva do biodiesel, o principal objetivo do presente estudo é identificar fatores determinantes para a gestão da cadeia produtiva do biodiesel no Brasil, de forma que essa possa ser mais competitiva e sustentável e, a partir dessas informações, apresentar uma contribuição para melhorar a compreensão a respeito dessa importante cadeia produtiva.

Para abordar essas questões este artigo apresenta 5 seções principais. Na seção 1, a presente introdução, é apresentada uma descrição geral dos assuntos abordados pelo artigo, bem como os seus principais objetivos. Na seção 2 são apresentados os principais conceitos que formam o suporte teórico do estudo e a principal ferramenta estatística que forma a base para o processo de identificação dos fatores determinantes. A seção 3 apresenta a metodologia adotada, incluindo (a) as questões básicas da pesquisa; (b) a descrição do processo de identificação dos aspectos preliminares da literatura e pesquisas com especialistas; (c) a análise dos aspectos para a obtenção de um conjunto de 24 variáveis que, por sua vez, subsidiaram a elaboração de um questionário para obter as percepções de especialistas; (d) a descrição da amostra (matriz de dados) obtida por meio do questionário; e (e) os métodos e critérios adotados para a análise fatorial. A Seção 4

descreve o tratamento estatístico dos resultados obtidos, discussões sobre os resultados das análises realizadas e finaliza com a nomeação dos fatores. Finalmente, a seção 5 apresenta as principais conclusões do estudo, suas limitações e sugestões de trabalhos futuros.

2. Principais conceitos envolvidos no estudo

Uma vez que o objetivo principal do estudo é identificar fatores determinantes para a gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel, os conceitos de cadeia produtiva, fatores críticos de sucesso e desenvolvimento sustentável serão descritos na presente seção por serem esses os principais conceitos envolvidos e que formam o suporte teórico do estudo. Além disso, será feita uma apresentação da ferramenta estatística conhecida como análise fatorial, por essa ser a base para a análise multivariada dos dados obtidos ao longo do estudo, e por possibilitar a identificação de fatores comuns obtidos a partir de variáveis observadas na cadeia produtiva do biodiesel.

O conceito de cadeia produtiva está associado aos aspectos abordados pela logística (Frazelle, 2002; Silva, 2005) e esses, por sua vez, se desenvolveram em escopo e influência ao longo dos anos desde a abordagem das estações de trabalho até a logística global. Uma cadeia produtiva pode ser considerada como uma rede de instalações, sistemas e outros recursos conectados por fornecedores e compradores, enquanto que a logística “é o que acontece na cadeia” (Frazelle, 2002). Assim, as atividades de logística ativam e conectam os elementos da cadeia. Os estudos relativos à cadeia produtiva fizeram crescer a necessidade de expandir o escopo de atuação, fazendo surgir o conceito de gestão de cadeias produtivas (Scramim; Batalha, 2004; Seuring, 2013). Essa, por sua vez, aborda a necessidade de integração das operações entre os elementos da cadeia por meio de atividades tais como: gestão de matérias-primas e produtos, gestão da informação e gestão do capital, com o objetivo de atender às necessidades impostas pelo mercado (Borschiver, 1997; Teller; Kotzab; Grant, 2011; Villa, 2001). A gestão de cadeias produtivas enfatiza a importância do estabelecimento e manutenção de relações estratégicas entre as companhias e os seus fornecedores (Assumpção, 2003).

Os fatores críticos de sucesso (FCS) são definidos como um limitado número de áreas ou aspectos-chave cujos resultados são determinantes para o sucesso de uma organização e, portanto, tais áreas devem receber atenção contínua (Rockart, 1979). O método dos FCS tem sido bastante aplicado em vários campos, incluindo cadeias produtivas (Power; Sohal; Rahman, 2001; Zhou; Huang; Zhang, 2011). Durante o processo de identificação dos FCS uma organização ou grupo de organizações são avaliados como um todo, levando em consideração aspectos sociais, políticos e econômicos em que as mesmas estão inseridas.

O conceito de sustentabilidade pode ser obtido a partir da expressão desenvolvimento sustentável, conforme apresentado no Relatório Brundtland: “desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das futuras gerações atenderem suas próprias necessidades” (WCED, 1987). A partir do lançamento da Agenda 21, o conceito foi elaborado e passou a enfatizar o princípio da integração como um dos elementos básicos para criar relações entre os aspectos social, econômico e ambiental (UN, 1992). O princípio da integração, por sua vez, levou ao conceito conhecido como “*triple bottom line*”, que afirma que negócios sustentáveis dependem da integração positiva dos inventários de recursos econômicos, ambientais e sociais (Elkington, 1997). Outro aspecto em que significativo esforço tem sido feito ao longo dos últimos anos são os estudos para o desenvolvimento de métodos e indicadores que capturem o conceito de sustentabilidade e sua relação com a competitividade (WEF, 2012).

A análise fatorial (AF) é uma técnica multivariada de redução de dados para classificar variáveis em um conjunto menor de fatores por meio da identificação da estrutura subjacente em uma matriz de dados. A AF permite avaliar a estrutura das correlações entre um grande número de variáveis e, a partir da avaliação, definir um conjunto de dimensões latentes comuns, denominadas fatores (Hair et al., 2005; Malhotra, 2001).

Uma série de estudos tem abordado a cadeia produtiva dos biocombustíveis, em particular a cadeia produtiva do biodiesel (Buainain; Batalha, 2007; FGV/Ubrabio, 2010b; Galiassi; Scur, 2008; Pradhan et al., 2009; Radich, 2004; Silva, 2005), por meio: (a) da definição de estratégias para o desenvolvimento de fornecedores, agentes de canais de distribuição e abordagens sobre a gestão ambiental da cadeia produtiva (Assumpção, 2003); (b) da proposição de métodos para avaliar o grau de sustentabilidade dos biocombustíveis (Amaral, 2010); e (c) da avaliação de aspectos econômicos (Akgul; Shah; Papageorgiou, 2012; Corsano; Vecchietti; Montagna, 2011). Entretanto, ainda existem lacunas a respeito de propostas sistemáticas para a gestão sustentável, considerando os fatores determinantes que envolvam a cadeia como um todo e que levem em consideração as dimensões da sustentabilidade com o objetivo de fornecer suporte à definição de ações que contribuam para a melhoria da produtividade e competitividade.

No presente estudo uma amostra da literatura relacionada aos conceitos apresentados será analisada com o propósito de extrair os principais aspectos envolvidos com a gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel. Os aspectos comporão as variáveis observadas junto aos agentes da cadeia produtiva do biodiesel. As variáveis serão objeto de estudo da técnica de análise fatorial que, por sua vez, condensará as informações em um conjunto menor de fatores com uma perda mínima de informação (Hair et al., 2005; Hervé Abdi, 2010). O pressuposto básico é que os fatores determinantes estão relacionados à sustentabilidade e desempenho da cadeia produtiva do biodiesel, uma vez que as variáveis originais serão extraídas da literatura disponível e avaliadas de acordo com a percepção de especialistas envolvidos com o tema da pesquisa.

3. Metodologia

Tendo em vista o cenário apresentado na introdução e os aspectos abordados pelos conceitos teóricos, surgem, então, as seguintes questões que serão sistematicamente abordadas no presente estudo:

- a) *Existe um conjunto de fatores determinantes para a gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel?*
- b) *A partir de informações relacionadas a variáveis específicas, capturadas junto aos agentes da cadeia produtiva do biodiesel e da literatura disponível, é possível identificar fatores determinantes para a gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel?*
- c) *Quais são esses fatores e qual sua relação com as variáveis identificadas?*

Para abordar as questões acima foi identificado um conjunto de 69 aspectos preliminares a partir de uma análise extensiva da literatura, entrevistas e pesquisas com agentes da cadeia produtiva, tais como governo, instituições de pesquisa, gestores e outras fontes que representam o setor. Todas as informações utilizadas na etapa de identificação dos aspectos e variáveis são baseadas em publicações técnicas e acadêmicas sobre biocombustíveis, biodiesel e cadeia produtiva do biodiesel, conforme indicado no Quadro 1 da próxima seção e ao longo do presente artigo.

3.1 Identificação de aspectos e variáveis

O conjunto de 69 aspectos preliminares serviu de base para construir um grupo de variáveis que foram usadas para construir um questionário estruturado a ser usado na pesquisa junto aos agentes da cadeia produtiva do biodiesel. Isso foi realizado pelos autores que, por meio do exame das relações e similaridades entre os aspectos preliminares, obtiveram um subconjunto reduzido de 24 variáveis, codificadas de *X1* a *X24*, conforme apresentado no Quadro 1. Ressalta-se que nessa etapa é importante que existam correlações entre as variáveis para que seja possível fazer uso da análise fatorial (Hair et al., 2005). Por outro lado, os fatores resultantes do processo de análise fatorial serão extraídos de forma a terem um mínimo de correlação entre si. O Quadro 1 apresenta a descrição das variáveis (*X1* a *X24*), os aspectos que as compõem, bem como as referências bibliográficas que os contém.

Quadro 1 Aspectos, variáveis e referências bibliográficas.

Variáveis / Aspectos	Referências
X1: Fomentar a produção de oleaginosas em função da região geográfica e do seu impacto social; investir na diversificação de matérias-primas.	
<ul style="list-style-type: none"> • Potencialidade da oleaginosa (em função da região geográfica) • Potencial de geração de empregos no campo 	(Khalil, 2006) (MME, 2011)
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver novas oleaginosas 	(Amaral, 2009; Dunn, 2005; Embrapa, 2007; Nunes, 2007; Olivério, 2006; Ramos, 2008;2009)
X2: Definir políticas, metas e objetivos da responsabilidade social e avaliar o atendimento aos requisitos legais associados aos aspectos de sustentabilidade.	
<ul style="list-style-type: none"> • Definir políticas, metas e objetivos da responsabilidade social, consultando partes interessadas • Identificar e ter acesso a requisitos legais relacionados aos aspectos ambientais 	(ISO, 2004a) (ISO, 2004b)
X3: Estruturar os processos da CPB considerando a adoção de políticas dos diversos níveis governamentais	
<ul style="list-style-type: none"> • Estruturar os processos para a adoção de políticas oriundas dos diversos níveis governamentais • Assegurar a competência das pessoas que realizem tarefas que tenham potencial de causar impactos ambientais • Foco na qualidade, custo, entrega e flexibilidade 	(UN, 1992) (ISO, 2004b) (Ramaa; Rangaswamy; Subramanya, 2009)
X4: Desenvolver a integração e colaboração, por meio do compartilhamento de informações e conhecimento entre os elos da CPB	
<ul style="list-style-type: none"> • Compartilhamento de informações • Integrar os aspectos econômicos, sociais e ambientais nos diversos níveis de decisão da organização • Eficiência na colaboração em cadeia 	(Ramaa et al., 2009) (UN, 1992) (Chen; Paulraj, 2004; Ramaa et al., 2009; Villa, 2001)
X5: Considerar os aspectos políticos, econômicos, ambientais e sociais no processo de decisão relativo à gestão da CPB	
<ul style="list-style-type: none"> • Integrar os aspectos econômicos, sociais e ambientais nos diversos níveis de decisão da organização • Considerar dos links entre os aspectos políticos, econômicos, ambientais e sociais no processo de decisão 	(UN, 1992) (UN, 1992)
X6: Desenvolver a capacidade tecnológica e de inovação da CPB	
Desenvolver sistemas agrícolas alternativos	(Achten et al., 2010; Buainain; Batalha, 2007; Lal, 2007)
<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores relativos a patentes para a produção de biodiesel 	(OECD, 1996)
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver inovações tecnológicas 	(Antizar-Ladislao; Turrion-Gomez, 2008; Atabani et al., 2012; Carriquiry; Du; Timilsina, 2010; Demirbas, 2008; Furlan, 2007; Hall et al., 2011; Rovere; Pereira; Simoes, 2010; Vasudevan; Fu, 2010)
<ul style="list-style-type: none"> • Considerar inovações tecnológicas, organizacionais e sociais quando da definição de estratégias relativas à sustentabilidade 	(Cocco, 2007; Demirbas, 2008; Hall; Matos, 2010; McCormick; Käberger, 2005)

X7: Desenvolver foco estratégico, tático e operacional para a gestão da CPB com ênfase na qualidade, custos e nível de serviço	
• Foco estratégico, tático e operacional	(Ramaa et al., 2009)
• Foco na qualidade, custo, entrega e flexibilidade	(Ramaa et al., 2009)
• Identificar as partes interessadas e suas percepções e determinar as que tenham impacto significativo	(ISO, 2004a)
• Foco na velocidade e no nível de serviços ao consumidor	(Ramaa et al., 2009)
X8: Estabelecer acordos internacionais e desenvolver mecanismos de superação de barreiras técnicas à exportação.	
• Acordos internacionais	(Borschiver, 1997)
• Superação de barreiras técnicas	(FGV/UBRABIO, 2010a; IBF, 2007; Junginger et al., 2011; Souza, 2010)
X9: Desenvolver tecnologias que minimizem emissões e impactos na atmosfera, o consumo de água e a geração de resíduos.	
• Minimizar emissões e impacto na atmosfera	(Furlan, 2007; Young, 2009)
• Minimizar consumo de água	(Furlan, 2007; Young, 2009)
• Minimizar geração de resíduos	(Antizar-Ladislao; Turrion-Gomez, 2008; Cocco, 2007; Coppead, 2007; Furlan, 2007)
X10: Adequar a legislação à natureza do negócio do biodiesel.	
• Identificar e ter acesso a requisitos legais relacionados aos aspectos ambientais	(ISO, 2004b)
• Adequar a legislação à natureza do negócio do biodiesel	(Olivério, 2006; PNPB, 2004a)
• Política tarifária; carga tributária	(Borschiver, 1997)
• Desenvolvimento de parcerias institucionais	(McCormick; Kâberger, 2005)
X11: Desenvolver a logística da cadeia e garantir a produção e abastecimento adequados; desenvolver a capacidade de armazenamento e transporte do biodiesel, e a qualidade da rede de distribuição.	
• Desenvolver a logística da cadeia e garantir a produção e abastecimento adequados	(Coppead, 2007; Olivério, 2006; Young, 2009)
• Capacidade de armazenamento e problemas relacionados ao transporte do biodiesel	(BRASIL/MAPA, 2007)
• Foco na qualidade, custo, entrega e flexibilidade	(Ramaa et al., 2009)
X12: Adquirir matéria-prima oriunda da agricultura familiar e desenvolver o potencial de geração de empregos no campo	
• Adquirir matéria-prima da agricultura familiar	(PNPB, 2004a)
• Potencial de geração de empregos no campo	(BRASIL/MDIC, 2006; PNPB, 2004b)
X13: Identificar os aspectos da responsabilidade social, determinar os que tenham impacto significativo e implementá-los	
• Identificar os aspectos da responsabilidade social para determinar os que tenham impacto significativo	(ISO, 2004a)
• Definir políticas, metas e objetivos da responsabilidade social, consultando partes interessadas	(ISO, 2004a)
X14: Estabelecer procedimentos de comunicação interna e externa relacionados aos aspectos ambientais e ao sistema de gestão ambiental; implementar um sistema de informações de emergências	
• Estabelecer procedimentos de comunicação interna relacionados aos aspectos ambientais e ao sistema de gestão ambiental	(ISO, 2004b)
• Sistemas de informações de emergências	(Zhou et al., 2011)
• Realizar comunicação externa sobre os aspectos ambientais significativos	(ISO, 2004b)
• Identificar e responder potenciais situações de emergência e potenciais acidentes que possam ter impacto sobre o meio-ambiente	(ISO, 2004b)
X15: Desenvolver relacionamentos e parcerias estratégicas com fornecedores com foco nos aspectos de sustentabilidade	
• Parcerias estratégicas com fornecedores	(Ramaa et al., 2009)
• Desenvolvimento de relações na cadeia	(Zhou et al., 2011)
X16: Desenvolver a capacidade dos gestores dos negócios da CPB; desenvolver as habilidades essenciais das organizações que compõem os elos da CPB; motivar equipes com orientação para metas ambientais, econômicas e de responsabilidade social	
• Assegurar a competência das pessoas que realizem tarefas que tenham potencial de causar impactos ambientais	(ISO, 2004b)
• Qualidade e produtividade dos recursos humanos	(Borschiver, 1997)
• Desenvolver a capacidade dos gestores do negócio	(Salleh, 2009; Villa, 2001)
• Motivar as equipes com orientação para metas	(Salleh, 2009)

X17: Implantar tecnologias sustentáveis para realização das operações da CPB	
• Implantar tecnologias sustentáveis para realização das operações	(Amaral, 2010; Furlan, 2007)
• Maturidade da tecnologia de processamento	(BRASIL/MAPA, 2007)
X18: Definir padrões para certificação do biodiesel e implementar meios para atendê-los; monitorar a qualidade do biodiesel ao longo dos elos da CPB	
• Assegurar a qualidade do biodiesel	(ANP, 2012a; Olivério, 2006)
• Minimizar emissões e impacto na atmosfera	(Furlan, 2007; Young, 2009)
• Implementação de sistemas de monitoramento e fiscalização	(ANP, 2012a; IFQC, 2003a)
X19: Monitorar e medir regularmente as principais características das operações que possam ter impacto ambiental, social e econômico	
• Medições baseadas em processos	(Ramaa et al., 2009)
• Monitoramento do desempenho dos processos e produtos considerando a sustentabilidade da cadeia	(ANP, 2012a; Remmen; Jensen; Frydendal, 2007; Zhou et al., 2011)
X20: Desenvolver estruturas de medição e controle de custos e desempenho na CPB	
• Uso de métodos inovadores para medição de desempenho	(Ramaa et al., 2009; Villa, 2001)
• Medições baseadas em processos	(Ramaa et al., 2009)
• Estrutura para medição de custos e desempenho	(IFQC, 2003b; Ramaa et al., 2009)
X21: Desenvolver tecnologias para melhorar a produtividade agrícola e aumentar o grau de mecanização da produção de matéria-prima	
• Aumentar o grau de mecanização	(Khalil, 2006)
• Melhorar a produtividade agrícola	(Khalil, 2006)
• Desenvolver sistemas agrícolas alternativos	(Achten et al., 2010; Buainain; Batalha, 2007; Lal, 2007)
X22: Desenvolver a capacidade de fornecer coprodutos de valor agregado	
• Minimizar geração de resíduos	(Antizar-Ladislao; Turrion-Gomez, 2008; Cocco, 2007; Coppead, 2007; Furlan, 2007)
• Desenvolver a capacidade de fornecer coprodutos de valor agregado	(Antizar-Ladislao; Turrion-Gomez, 2008; Demirbas, 2008; Pradhan et al., 2009)
X23: Definir adequadamente os preços do biodiesel	
• Custos de produção do biodiesel	(EIA, 2011)
• Demanda por biodiesel	(Buainain; Batalha, 2007; Demirbas, 2008)
• Custos de produção da matéria-prima	(IFQC, 2003b; Olivério, 2006)
• Definição adequada de preços	(PNPB, 2004a)
• Garantia de oferta constante e estável	(Borschiver, 1997)
• Configuração da indústria, mercado e concorrência	
X24: Definir mecanismos de desoneração do consumidor final pelo uso de misturas BX em substituição ao diesel	
• Definição de mecanismos de desoneração do consumidor final pelo uso de misturas BX em substituição ao diesel	(Olivério, 2006)

CPB = cadeia produtiva do biodiesel. Os número entre colchetes são as referências bibliográficas utilizadas.

Após esse passo, foi construído um questionário estruturado, baseado em uma página *web*, contendo as seguintes partes:

- Uma seção para obter informações gerais sobre os especialistas, tais como nome, endereço eletrônico, áreas de interesse e nível de conhecimento sobre a cadeia produtiva do biodiesel;
- Uma seção onde os especialistas declarariam suas percepções sobre o grau em que eles consideravam os conceitos declarados nas variáveis *muito determinantes*, *determinantes*, *moderadamente determinantes* ou *não determinantes* para a gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel.

Outras partes do questionário não estão sob o escopo do presente artigo, por isso não foram apresentadas.

3.2 Respondentes

A fim de obter informações confiáveis e relevantes foram enviadas mensagens por e-mail, em alguns casos, após contatos prévios pessoalmente ou por telefone, para convidar os especialistas a responder ao questionário. No total, 57 especialistas responderam ao questionário. Entre esses constavam cientistas e pesquisadores, analistas, produtores de biodiesel, e representantes do governo que atuam na área de biocombustíveis. Os especialistas estavam distribuídos de acordo com as áreas apresentadas na Figura 3, sendo que maioria (53,10%) pertencia a institutos de pesquisas ou universidades.

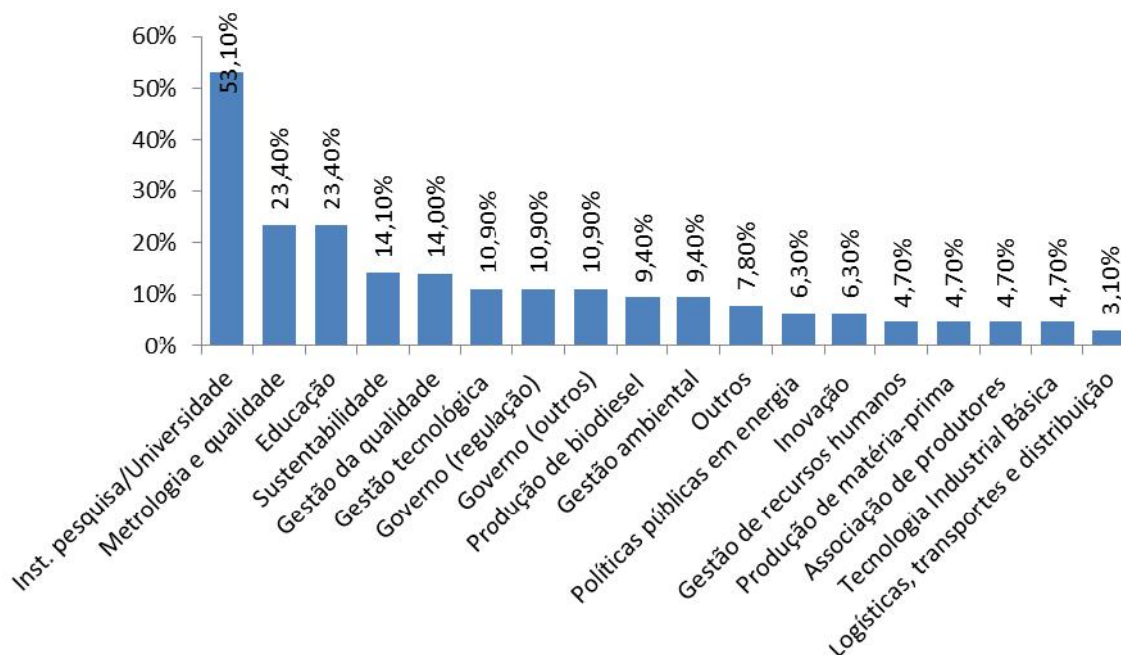


Figura 3 - Distribuição dos especialistas por áreas

3.3 Métodos e critérios adotados para análise fatorial

Para análise dos dados e obtenção dos fatores determinantes, foi empregada a análise fatorial utilizando o método de componentes principais para extração dos fatores, associado ao método *Varimax* para rotação dos fatores. Cada variável (de $X1$ a $X24$) foi considerada como um vetor que conteria os resultados das percepções e respostas dos especialistas de acordo com o nível de determinância associado a cada variável. Assim, para uma resposta *muito determinante* a variável receberia um escore de 4 pontos; para *determinante*, 3 pontos; para *moderadamente determinante*, 2 pontos; e para *não determinante*, 0 ponto. O escore total para cada variável foi obtido a partir da soma dos escores de cada resposta. O resumo dos principais parâmetros estatísticos das variáveis, obtidos dos resultados da pesquisa via questionário, estão destacados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo estatístico das variáveis

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo
$X1$	0,8246	0,2264	0,00	1,00
$X2$	0,7991	0,2286	0,00	1,00
$X3$	0,7054	0,2718	0,00	1,00
$X4$	0,6741	0,2792	0,00	1,00
$X5$	0,7632	0,2772	0,00	1,00
$X6$	0,8772	0,2222	0,00	1,00
$X7$	0,8377	0,2190	0,00	1,00
$X8$	0,6091	0,2204	0,00	1,00

X9	0,7851	0,2773	0,00	1,00
X10	0,7455	0,2477	0,00	1,00
X11	0,8202	0,2941	0,00	1,00
X12	0,6473	0,2621	0,00	1,00
X13	0,6667	0,2331	0,00	1,00
X14	0,5636	0,2764	0,00	1,00
X15	0,7182	0,2116	0,00	1,00
X16	0,7188	0,2365	0,00	1,00
X17	0,8304	0,1426	0,50	1,00
X18	0,8482	0,1871	0,00	1,00
X19	0,8000	0,1595	0,50	1,00
X20	0,6830	0,2241	0,00	1,00
X21	0,8170	0,1799	0,50	1,00
X22	0,7768	0,1929	0,50	1,00
X23	0,7054	0,2718	0,00	1,00
X24	0,6545	0,2854	0,00	1,00

Os dados foram estatisticamente analisados em busca de um padrão de valores perdidos (*missing values*), a fim de substituí-los por valores estimados a partir de métodos apropriados de imputação de dados. A análise de valores perdidos ajuda a corrigir dados incompletos, e evita interpretações erradas dos resultados e a consequente redução da precisão das estatísticas calculadas. Além disso, muitos procedimentos estatísticos, como é o caso da análise fatorial, usada no presente artigo, são baseados em casos completos (Hill, 1975). Existem vários métodos para imputação de dados disponíveis na literatura, entre esses a múltipla imputação e regressão. Entretanto, no presente artigo foi utilizada a substituição pela média, por ser esse o método mais usado e recomendado pela literatura (Hair et al., 2005; Hill, 1975).

A medida da confiabilidade geral das variáveis usadas na pesquisa foi obtida por meio do cálculo do *Alpha de Cronbach* para todas as variáveis consideradas como uma escala. O *Alpha de Cronbach* é a medida mais comum de medição da consistência interna ou confiabilidade de escalas e varia de 0 a 1, sendo usada para determinar se questionários com múltiplas questões formam uma escala estatisticamente confiável. A confiabilidade é definida como o grau em que uma variável ou conjunto de variáveis é consistente com o que se pretende medir. O limite inferior para o *Alpha de Cronbach* aceito é, geralmente, 0,70, podendo diminuir para 0,60 em pesquisas exploratórias (Hair et al., 2005).

Para testar a conveniência de usar os resultados do modelo de análise fatorial, ao menos duas suposições foram testadas (Hair et al., 2005; Malhotra, 2001): a) o *Teste de Esfericidade de Bartlett*, que fornece a probabilidade estatística de que a matriz de correlação tenha correlações significantes entre as variáveis. Nesse caso, valores altamente significantes ($p < 0.001$) indicam a presença de correlações não nulas na amostra; e b) a Medida de Adequação da Amostra (MSA)¹ de *Kaiser-Meyer-Olkin* que indica o grau de intercorrelação entre as variáveis. Baixos valores desse índice (menores do que de 0,50) indicam baixo grau de intercorrelação entre as variáveis. O MSA deve ser observado não só para as variáveis como um todo, mas também para as correlações parciais presentes nas variáveis da matriz anti-imagem (Field, 2005; Hair et al., 2005), disponibilizada pelo *software* utilizado para a análise fatorial.

Para a determinação do número de fatores a serem extraídos foi adotado o critério o da raiz latente ou autovalor, em conjunto com o percentual total de variância explicada. O critério

¹ Do inglês, *Measure of Sampling Adequacy*

da raiz latente é mais confiável quando o número de variáveis está entre 20 e 50 (Hair et al., 2005; Malhotra, 2001). De acordo com Hair et al. (Hair et al., 2005), quando o número de variáveis é menor do que 20, poucos fatores são extraídos e, quando esse número é maior do que 50, existe a tendência de que um número excessivo de fatores sejam extraídos. O critério da percentagem de variância é baseado na obtenção de um percentual cumulativo de variância total extraída pelos fatores. Para esse critério, são consideradas satisfatórias soluções fatoriais que expliquem pelo menos 60% da variância total (Hair et al., 2005). Outro critério presente na literatura é o teste de *scree* (Hair et al., 2005). Ele não foi adotado porque, em geral, resulta em mais fatores do que o critério da raiz latente. Em complemento a esse critério, foram avaliadas as comunalidades de cada variável. Variáveis com valores de comunalidades inferiores a 0,50 são consideradas como tendo um nível insuficiente de explicação na solução fatorial (Hair et al., 2005).

O método de rotação dos fatores adotado na análise fatorial foi o *Varimax*. Esse é um método ortogonal e foi escolhido por ser o mais comumente adotado pela literatura, e por apresentar a vantagem de minimizar o número de variáveis com altas cargas sobre um fator, além de facilitar a interpretação dos mesmos. Existem outros métodos de rotação ortogonal como o *Equamax*, *Promax* e *Quartimax*, além do método de rotação oblíqua, conhecido como *Direct Oblimin*. Informações sobre os métodos, seus usos e vantagens podem ser encontradas na literatura disponível sobre o assunto (Field, 2005; Hair et al., 2005; Malhotra, 2001).

Como não há consenso sobre o número mínimo de variáveis por fator (Hair et al., 2005; Malhotra, 2001) no presente trabalho, por seu caráter exploratório, será adotado um mínimo de *duas* variáveis para esse parâmetro.

Finalmente, a partir da solução fatorial adotada, foi realizada a avaliação do ajuste do modelo fatorial obtido. Esse procedimento permite avaliar os resíduos obtidos a partir das diferenças entre as correlações observadas (apresentadas na matriz de correlação de entrada) e as correlações reproduzidas (estimadas com base na matriz de fatores). Para esse parâmetro é aceitável que até 50% dos resíduos sejam maiores do que 0,05 (Field, 2005; Malhotra, 2001). A análise fatorial foi realizada usando o *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*.

4. Resultados

O objetivo desta seção é descrever o tratamento estatístico para os 1.368 casos referentes as 57 respostas para as 24 variáveis apresentadas no Quadro 1, com vistas a obter um conjunto reduzido de fatores determinantes para a gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel.

A fim de determinar uma solução que atendesse da melhor maneira possível todos os critérios requeridos para a análise fatorial, a análise foi conduzida nos estágios apresentados adiante, que são os mais utilizados na literatura (Hair et al., 2005).

4.1 Avaliação preliminar da adequação da amostra

Os resultados da avaliação preliminar da adequação da amostra indicaram, inicialmente, que as variáveis X2, X8, X21 e X24 tinham valores de correlações parciais (*MSA*) abaixo de 0,500. Por esse motivo, esse conjunto de variáveis foi omitido com o objetivo de obter um conjunto inicial que pudesse exceder os valores mínimos aceitáveis de *MSA* (Seção 3.3). O conjunto de 20 variáveis remanescentes foi, então, submetido a uma nova análise fatorial preliminar. Os resultados dessa análise demonstraram que, embora a amostra estivesse adequada, com níveis satisfatórios de adequação para a análise fatorial, com um *MSA* igual 0,658 e *MSA* parciais satisfatórios, as variáveis X9 e X12 apresentaram um padrão de

variáveis complexas, com cargas fatoriais moderadas em vários fatores. Por esse motivo, essas variáveis também foram eliminadas do modelo fatorial.

A fim de garantir que variáveis importantes não fossem negligenciadas, foi realizada, em complemento, uma análise fatorial com as seis variáveis descartadas. Assim, a análise fatorial com as variáveis X2, X8, X9, X12, X21 e X24 apresentou resultados insatisfatórios para o teste de esfericidade de *Bartlett* ($p=0,942$), para a variância total acumulada (42,374%) e para o número de resíduos com valores acima de 0,05, cujo resultado foi 66%, aquém, portanto, do máximo aceitável de 50%. Além disso, as variáveis apresentaram baixos valores de comunalidade, indicando baixo poder de explicação das variâncias na solução fatorial. Dessa forma, concluiu-se que o conjunto de variáveis eliminadas na fase preliminar, não formava um fator determinante para os propósitos do estudo, podendo ser definitivamente descartado, sem prejuízos para o modelo final.

4.2 Análise fatorial exploratória

4.2.1 Avaliação da adequação da amostra

O conjunto de variáveis que permaneceram após a eliminação das variáveis mencionadas no item 3.1, foi submetido a uma nova análise fatorial. Conforme pode ser visto na Tabela 2, o teste de esfericidade de *Bartlett* foi significativo ($p < 0,0001$), indicando que existem relações significativas entre as variáveis. A Medida de Adequação da Amostra (*MSA*), de *Kaiser-Meyer-Olkin*, apresentou um valor de 0,632, acima, portanto, do valor mínimo aceitável para análises exploratórias, como é o caso do presente estudo (Tabela 2). Todos os valores de *MSA* das variáveis, individualmente, também atingiram o valor mínimo aceitável. Além disso, a inspeção visual da matriz de correlação revelou um número substancial de correlações maiores do que 0,30 (Hair et al., 2005), indicando alto grau de adequação da amostra e que a análise fatorial era apropriada para o conjunto de variáveis.

Tabela 2 - Testes de adequação da amostra

Medida de Adequação da Amostra de Kaiser-Meyer-Olkin		0,632
Teste de Esfericidade de	Chi-Square Aproximado	334,821
Bartlett	Df (graus de liberdade)	153
	Significância	0,000

4.2.2 Avaliação das comunalidades, cargas e percentual de variância explicada

Os resultados da extração das comunalidades estimadas por meio do método de análise de componentes principais revelaram valores acima de 0,500 (Tabela 3). Isso indica que as variáveis presentes no modelo possuem um grau satisfatório de explicação das variâncias na solução fatorial, assim como os níveis adequados de carga nos fatores. As variáveis, organizadas em ordem decrescente das suas cargas fatoriais, e a sua associação com cada fator (*F1 a F6*) são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado da análise fatorial com método *Varimax* (variáveis, comunalidades, cargas fatoriais e variância explicada)

Variáveis	Fatores (após rotação <i>Varimax</i>)						Comunalidade
	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>F4</i>	<i>F5</i>	<i>F6</i>	
<i>X4</i>	0,861	-0,031	0,027	0,045	0,098	0,168	0,783
<i>X11</i>	0,821	0,044	0,273	0,125	0,044	0,028	0,769
<i>X5</i>	0,799	0,123	-0,199	-0,264	0,168	-0,071	0,797
<i>X3</i>	0,726	-0,145	0,308	0,125	-0,134	0,014	0,676
<i>X16</i>	-0,103	0,817	0,032	0,013	0,035	0,268	0,753
<i>X14</i>	0,095	0,805	-0,029	0,169	0,005	0,025	0,687

X13	0,141	<u>0,731</u>	0,122	-0,223	0,075	-0,291	0,709
X15	-0,188	<u>0,589</u>	-0,045	0,224	0,190	0,170	0,500
X17	0,106	<u>0,452</u>	-0,313	0,178	0,321	<u>0,421</u>	0,626
X7	0,267	-0,100	<u>0,809</u>	0,063	0,037	0,085	0,749
X10	0,336	0,159	<u>0,686</u>	0,199	0,017	-0,064	0,652
X1	0,464	-0,014	<u>-0,680</u>	0,208	-0,096	0,023	0,731
X23	0,044	0,093	0,045	<u>0,800</u>	0,022	0,011	0,654
X20	0,114	0,099	0,002	<u>0,658</u>	0,382	0,124	0,617
X18	-0,137	0,020	0,068	0,247	<u>0,755</u>	-0,078	0,661
X19	0,294	0,207	0,040	-0,066	<u>0,748</u>	0,104	0,706
X22	0,000	0,165	0,150	0,178	-0,087	<u>0,821</u>	0,763
X6	0,257	-0,018	-0,193	-0,471	0,197	<u>0,645</u>	-
Autovalor	3,25	2,57	1,98	1,74	1,54	1,53	12,61
Variância Explicada (%)	18,07	14,25	11,01	9,68	8,55	8,51	70,07

Método de extração: Análise de componentes principais. Método de rotação: *Varimax*, com Normalização *Kaiser*; as cargas fatoriais mais significativas em cada fator estão sublinhadas e em negrito.

Como mencionado na seção 3.3, foi utilizado o critério da raiz latente (autovalores), para determinação do número de fatores retidos na solução fatorial. Os seis fatores extraídos com autovalores maiores do que a unidade explicam 70,07% da variância, acima, portanto, dos valores mínimos aceitáveis, indicando, dessa forma, que o índice da solução é alto e as variáveis estão fortemente relacionadas umas com as outras (ver seção 3.3).

4.2.3 Determinação do ajuste do modelo

A determinação do ajuste do modelo, isto é, a verificação do percentual dos resíduos (diferenças entre as correlações observadas e correlações reproduzidas) revelou que existia apenas 39% de resíduos com valor absoluto maior do que 0,05. Isto significa um ajuste dentro dos limites estabelecidos pela literatura (ver seção 3.3), que as correlações básicas entre as variáveis podem ser atribuídas a fatores comuns e que as correlações entre as variáveis podem ser deduzidas das correlações estimadas entre as variáveis e os fatores (Malhotra, 2001). O *SPSS* fornece as matrizes de correlações observadas e reproduzidas, bem como a matriz de resíduos e o resultado final das estimativas.

4.2.4 Determinação da confiabilidade da escala (questionário)

A medida de confiabilidade do conjunto total, composto pelas 18 variáveis, apresentou um índice *Alpha de Cronbach* de 0,723, acima, portanto, dos valores mínimos aceitáveis. Esse resultado indica que o questionário usado na pesquisa possui um alto grau de consistência interna e que esse é um instrumento capaz de medir as variáveis do presente estudo.

4.2.5 Comparação dos resultados com outros métodos de rotação de fatores

De maneira geral, as variáveis não carregaram significativamente em mais de um fator. A única exceção foi a variável *X17*, que possui cargas significativas nos fatores *F2* e *F6* (no caso da rotação *Varimax*, Tabela 3). Esse padrão pode ser atribuído ao fato de que a variável menciona implantação de *tecnologias para a realização de “operações na cadeia produtiva”*, o que pode ter sido relacionado ao uso de tecnologias no sentido abordado pelo fator *F6*, que será apresentado a seguir. A escolha de toda a configuração de variáveis nos fatores apresentados é corroborada pelos resultados das análises realizadas por dois outros métodos de rotação. O primeiro, o *Equamax*, método de rotação ortogonal e o segundo, o método de rotação oblíqua *Direct Oblimin* (Field, 2005; Hair et al., 2005). Em todos esses

casos a análise fatorial revelou exatamente o mesmo padrão geral de cargas fatoriais. A Tabela 4 apresenta o padrão de cargas para ambos os métodos mencionados. Para facilitar a identificação do padrão de cargas, fatores menores do que 0,400 não são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado da análise fatorial com métodos *Equamax* e *Direct Oblimin*

Variáveis	Fatores, após rotações <i>Equamax/Direct Oblimin</i>					
	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>F4</i>	<i>F5</i>	<i>F6</i>
<i>X4</i>	0,842/0,867					
<i>X11</i>	0,776/0,845					
<i>X5</i>	0,819/0,775					
<i>X3</i>	0,682/0,749		0,403/*			
<i>X16</i>		0,791/0,820				
<i>X14</i>		0,794/0,810				
<i>X13</i>		0,755/0,726				
<i>X15</i>		0,558/0,606				
<i>X17</i>		*/0,489			*/-0,435	0,465/0,513
<i>X7</i>			0,839/0,800			
<i>X10</i>			0,724/0,675			
<i>X1</i>	0,545/0,405		-0,610/-0,688			
<i>X23</i>				0,802/0,805		
<i>X20</i>				0,658/0,662	*/-0,457	
<i>X18</i>					0,754/-0,749	
<i>X19</i>					0,761/-0,782	
<i>X22</i>						0,828/0,834
<i>X6</i>				-0,470/-0,491		0,651/0,624

Método de extração dos fatores: Análise de componentes principais. Métodos de rotação dos fatores: *Equamax*, com Normalização *Kaiser/Direct Oblimin*, com Normalização *Kaiser*. * Variáveis sem cargas fatoriais acima de 0,400 no fator para o método indicado.

4.2.6 Resultados da análise fatorial

Os resultados da análise são mostrados na Tabela 3, onde pode ser visto o padrão de cargas associado aos seis fatores após rotacionados por meio do método de *Varimax*. A Tabela 3 também apresenta o percentual de variância explicada pelos fatores e os autovalores associados. Os autovalores foram utilizados, juntamente com o critério da variância explicada, para determinar o número de fatores incluídos na solução fatorial.

Considera-se, portanto, que o grau de adequação da amostra, a reprodução do modelo, por meio de três métodos de rotação, sendo dois ortogonais e um oblíquo, bem como os níveis de ajustes alcançados e o nível de confiabilidade dos fatores obtidos fornecem as informações suficientes para garantir a validade da solução obtida. O processo pode, dessa forma, seguir para o estágio de determinação e nomeação dos fatores de acordo com as cargas fatoriais apresentadas na Tabela 3.

4.2.7 Determinação e nomeação dos fatores

Tendo em vista os dados da Tabela 3, que contém as 18 variáveis que contribuíram para a solução fatorial, o próximo passo é analisar os dados nela contidos com vistas a nomear cada fator de acordo com o padrão de cargas fatoriais. As cargas fatoriais representam a correlação de cada variável e indicam o grau de correspondência entre as variáveis e os respectivos fatores. Assim, as variáveis com cargas mais altas em um fator são

consideradas as que têm maior impacto e, por isso, têm maior influência sobre o nome a ser associado para representá-lo da melhor maneira possível. Embora todas as variáveis significativas possam ser usadas para nomear um fator, são as variáveis com cargas mais altas que exercem maior influência. Os sinais das cargas fatoriais demonstram o tipo de relação entre as variáveis de um mesmo fator, pois cargas com sinais iguais significam que as variáveis estão diretamente relacionadas e cargas com sinais diferentes indicam relação indireta. Os sinais não têm influência sobre a denominação do fator (Hair et al., 2005; Malhotra, 2001).

Dessa forma, o fator *F1*, que envolve as variáveis *X4*, *X11*, *X5* e *X3*, pode ser rotulado como “*Integração, Logística e Qualidade da Rede de Distribuição*”. Esse fator envolve as questões associadas: a) à integração e colaboração, por meio do compartilhamento de informações e conhecimento entre os elos da cadeia produtiva do biodiesel, correspondendo à variável *X3* (com carga fatorial 0,861); b) desenvolvimento da logística da cadeia para garantir a produção e abastecimento, e desenvolvimento da capacidade e da qualidade da rede de distribuição, correspondendo à variável *X11* (carga 0,821); c) consideração dos aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais nos processos de decisão relativos à gestão da cadeia, correspondendo à variável *X5* (carga 0,799); e, finalmente, com a menor carga fatorial relativa, o aspecto d) estruturação dos processos da cadeia de acordo com políticas nos diversos níveis governamentais, correspondendo à variável *X3* (carga 0,726). O fator *F1* é o que, em termos relativos, contém as variáveis com maiores cargas fatoriais e possui o maior percentual de variância explicada (18,07%), o que é um importante indicativo do seu impacto e importância em relação aos demais.

O fator *F2* envolve o maior número de variáveis: *X16*, *X14*, *X13* e *X15*. Pode ser rotulado como “*Articulação, Coordenação e Comunicação*”, pois as variáveis envolvidas são: a) *X16* (carga 0,817), que aborda o desenvolvimento dos gestores dos negócios, habilidades essenciais das organizações e motivação das equipes com foco nas dimensões de sustentabilidade; b) *X14* (carga 0,805), que trata dos procedimentos de comunicação relativos aos aspectos e impactos ambientais; c) *X13* (carga 0,731), que envolve a identificação dos aspectos de responsabilidade social significativos; d) *X15* (carga 0,589), envolvendo o desenvolvimento de relacionamentos e parcerias com fornecedores com foco nos aspectos de sustentabilidade. Como pode ser observado na Tabela 3, a variável *X17* também apresentou uma carga similar (0,421) no fator 6. Além disso, conforme apresentado na Tabela 4, existem cargas significativas no fator 6, quando considerados os métodos *Equamax* e *Direct Oblimin*. Por esse motivo, e como a variável possui aspectos associados tecnologias sustentáveis para as operações na cadeia produtiva do biodiesel, a variável *X17* será incluída no fator 6, discutido adiante.

O fator *F3* envolve as variáveis *X7*, *X10* e *X1*. A variável *X7* (carga 0,809) trata do desenvolvimento de estratégias para gestão com ênfase na qualidade, nível de serviço e custos. A variável *X10* (carga 0,686) envolve a adequação da legislação à natureza do negócio do biodiesel. Finalmente, a variável *X1* (carga -0,680) trata do fomento à produção de oleaginosas em função da região geográfica e do impacto social, além da diversificação da matéria-prima. Considerando todos esses aspectos, com ênfase nas duas variáveis com maiores cargas, o fator *F3* pode ser rotulado como “*Gestão Estratégica e Ambiente Institucional*”.

O fator *F4* inclui as variáveis, *X23* e *X20*. A variável *X23* (carga 0,800) aborda a definição dos preços do biodiesel, enquanto a variável *X20* (carga 0,658) trata do desenvolvimento de estruturas de medição e controle de custos e desempenho. Dessa forma, o fator *F4* pode ser rotulado como “*Condições de Mercado*”. As variáveis *X18* (carga 0,755) e *X19* (carga

0,748) compõem o fator *F5*; compreendem, respectivamente, a) definição de padrões de certificação e monitoramento da qualidade do biodiesel; e b) medição e monitoramento das características das operações que possam impactar a sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel. Assim, o fator pode ser intitulado “*Qualidade do Biodiesel e Monitoramento para Sustentabilidade*”.

Finalmente, o fator *F6*, constituído das variáveis *X22* (carga 0,821), *X6* (carga 0,645) e *X17* (carga 0,421), envolve, respectivamente: a) o desenvolvimento da capacidade de fornecer coprodutos de valor agregado; b) o desenvolvimento da capacidade tecnológica e de inovação da cadeia produtiva e c) o uso de tecnologias sustentáveis para a realização das operações na cadeia. As razões para a inclusão da variável *X17* neste fator foram abordadas quando da rotulação do fator 2. Dessa forma, o fator *F6* pode ser denominado “*Tecnologia e Inovação*”. O resultado do processo acima descrito está resumido na Tabela 5, conforme segue.

Tabela 5 - Estrutura de fatores determinantes

Fator (Variância Explicada)	Carga Fatorial	Fatores e variáveis incluídas no modelo
<i>F1 (18,07%)</i>		Integração, Logística e Qualidade da Rede de Distribuição
<i>X4</i>	0,861	Desenvolver a integração e colaboração, por meio do compartilhamento de informações e conhecimento entre os elos da CPB ² .
<i>X11</i>	0,821	Desenvolver a logística da cadeia e garantir a produção e abastecimento adequados; desenvolver a capacidade de armazenamento e transporte do biodiesel, e a qualidade da rede de distribuição.
<i>X5</i>	0,799	Considerar os aspectos políticos, econômicos, ambientais e sociais no processo de decisão relativo à gestão da CPB.
<i>X3</i>	0,726	Estruturar os processos da CPB considerando a adoção de políticas dos diversos níveis governamentais.
<i>F2 (14,25%)</i>		Articulação, Coordenação e Comunicação
<i>X16</i>	0,817	Desenvolver a capacidade dos gestores dos negócios da CPB; desenvolver as habilidades essenciais das organizações que compõem os elos da CPB; motivar equipes com orientação para metas ambientais, econômicas e de responsabilidade social.
<i>X14</i>	0,805	Estabelecer procedimentos de comunicação interna e externa relacionados aos aspectos e impactos ambientais; implementar um sistema de informações de emergências.
<i>X13</i>	0,731	Identificar os aspectos da responsabilidade social, determinar os que tenham impacto significativo e implementá-los.
<i>X15</i>	0,589	Desenvolver relacionamentos e parcerias estratégicas com fornecedores com foco nos aspectos de sustentabilidade.
<i>F3 (11,01%)</i>		Gestão Estratégica e Ambiente Institucional
<i>X7</i>	0,809	Desenvolver foco estratégico, tático e operacional para a gestão da CPB com ênfase na qualidade, custos e nível de serviço.
<i>X10</i>	0,686	Adequar a legislação à natureza do negócio do biodiesel.
<i>X1</i>	-0,680	Fomentar a produção de oleaginosas em função da região geográfica e do seu impacto social; investir na diversificação de matérias-primas.
<i>F4 (9,68%)</i>		Condições de Mercado
<i>X23</i>	0,800	Definir adequadamente os preços do biodiesel.
<i>X20</i>	0,658	Desenvolver estruturas de medição e controle de custos e desempenho na CPB.

² Cadeia produtiva do biodiesel

F5 (8,55%)		Qualidade do Biodiesel e Sistemas de Monitoramento
X18	0,755	Definir padrões para certificação do biodiesel e implementar meios para atendê-los; monitorar a qualidade do biodiesel ao longo dos elos da CPB.
X19	0,748	Monitorar e medir regularmente as principais características das operações que possam ter impacto ambiental, social e econômico.
F6 (8,51%)		Tecnologia e Inovação
X22	0,821	Desenvolver a capacidade de fornecer coprodutos de valor agregado.
X6	0,645	Desenvolver a capacidade tecnológica e de inovação da CPB.
X17	0,421	Implantar tecnologias sustentáveis para realização das operações da CPB.

5. Discussões

A Figura 4 é uma representação gráfica da estrutura de fatores apresentadas na Tabela 5. A partir dela é possível observar visualmente todos os fatores e a contribuição relativa de cada um para o percentual total de variância explicada pela solução fatorial encontrada. Essa medida fornece um indicativo do impacto relativo de cada fator em todo o sistema. Os fatores são o resultado da compactação das variáveis pelo método da análise fatorial e representam de forma resumida os aspectos apresentados no Quadro 1.

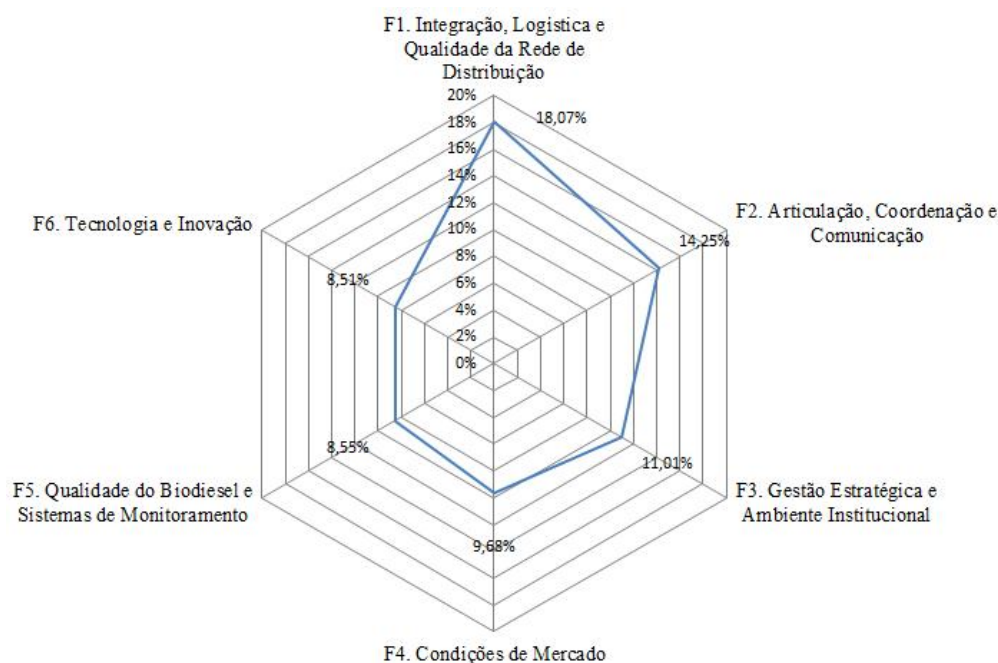


Figura 4 – Impacto relativo dos fatores para a gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel

Fator F1: Integração, Logística e Qualidade da Rede de Distribuição

O fator *F1, Integração, Logística e Qualidade da Rede de Distribuição*, é o mais impactante em relação aos demais fatores. Essa configuração se deve basicamente às cargas das variáveis *X4* e *X11* que estão entre as maiores de todo o sistema. Esses resultados demonstram a importância dos aspectos relacionados à integração, colaboração, compartilhamento de informações e à necessidade de desenvolver a logística para garantir o abastecimento adequado do biodiesel e o fluxo dos demais elementos da cadeia de forma eficiente. De fato, esses são aspectos bastante discutidos e que permanecem como uma grande preocupação na cadeia produtiva brasileira, principalmente pela grande dependência do uso do modal rodoviário (Buainain; Batalha, 2007; Coppead, 2007; Young, 2009). Uma possível forma de lidar com esse problema poderia ser desenvolvimento e uso de soluções intermodais, embora essas ainda encontrem algumas

barreiras devido a problemas de infraestrutura geral de transporte (Coppead, 2007; Olivério, 2006; Young, 2009). Uma característica importante da gestão da logística é a sua capacidade de contribuir para a integração e implementação dos três aspectos de sustentabilidade por meio da integração entre os diversos elementos que compõem a cadeia (Gold; Seuring, 2011; McCormick; Kåberger, 2005) para promover a qualidade da rede de distribuição (Ramaa et al., 2009). As demais variáveis que fazem parte desse fator (*X3* e *X5*) apresentam cargas intermediárias e estão relacionadas ao processo de decisão no ambiente interno à cadeia (*X5*) e ao ambiente institucional em que esta está inserida (*X3*). Assim, a estruturação de processos baseada na competência das pessoas e na integração dos aspectos de sustentabilidade nos diversos níveis de decisão são aspectos importantes para a garantia da qualidade da rede de distribuição.

Fator 2: Articulação, Coordenação e Comunicação

O Fator 2 é o segundo mais impactante. Possui duas variáveis com cargas altas (*X14* e *X16*), uma com carga intermediária (*X13*) e uma com carga relativamente baixa (*X15*). O desenvolvimento das habilidades e capacidade dos gestores, e a motivação das pessoas com orientação para metas desempenham um importante papel nos processos de articulação e coordenação da cadeia. Tais aspectos estão relacionados com o papel da integração como mecanismo para a promoção do desenvolvimento sustentável como uma meta comum a ser buscada pelos diversos agentes da cadeia (Assumpção, 2003; Villa, 2001). Da mesma forma, a identificação de aspectos sociais e ambientais e de mecanismos de comunicação, incluindo sistemas para tratamento de emergências decorrentes de impactos ambientais, é fundamental para a articulação e coordenação da cadeia. Essas questões estão fortemente associadas aos requisitos estabelecidos por normas ambientais e de responsabilidade social que recomendam a consulta às partes interessadas quando da definição de políticas, metas e objetivos (ISO, 2004a;2004b). A variável *X15* aborda o desenvolvimento de relações na cadeia com ênfase no estabelecimento de parcerias com fornecedores. Como pode ser visto na Tabela 3, essa variável também tem uma carga razoável (0,224) no fator 4, relacionado com as condições de mercado e de desempenho da cadeia.

Fator 3: Gestão Estratégica e Ambiente Institucional

O desenvolvimento de estratégias com ênfase na qualidade, custos e nível de serviço, representados pela variável *X7* é o aspecto que mais impacta neste fator (0,809). As demais variáveis (*X1* e *X10*) tratam do papel e influência do ambiente institucional no desenvolvimento das estratégias e da realização das operações da cadeia. Assim, as estratégias definidas para a cadeia devem estar alinhadas com as políticas, a estrutura legal e de regulamentos, pois é no ambiente institucional que os elementos da cadeia interagem determinando como o biodiesel pode ser produzido de maneira sustentável. Por exemplo, ao definir políticas, leis ou regulamentos, o processo de escolha de qual oleaginosa produzir em função da região geográfica, do clima e outras condições, podem ter impacto significativo nos aspectos de sustentabilidade. A variável *X1* é única de todo o sistema que possui um sinal negativo. Isso indica uma relação inversa entre *X1* e as demais variáveis do fator. Uma possível explicação para isso é que a diversificação de matérias-primas e a distribuição geográfica da produção de oleaginosas podem impactar negativamente no escopo das companhias, bem como na qualidade e no nível dos serviços por elas oferecidos. Vale lembrar, conforme abordado pelo fator 1, que essas condições também podem influenciar na logística da cadeia e nos custos de operação. Uma maneira de reduzir esses custos, pelo menos no longo prazo, seria aumentar o nível de integração das

instalações produtores de biodiesel, conforme delineado por recente um estudo desenvolvido a pedido do governo brasileiro (Coppead, 2007).

Conforme já mencionado a variável X_3 foi relacionada ao fator 1 devido a sua carga, predominantemente associada aquele fator. Entretanto, essa variável também possui uma carga considerável (0,308) no fator 3 (ver Tabela 3), tendo essa configuração também ocorrido no caso da rotação *Equamax* (ver Tabela 4). Essa condição ratifica a necessidade de que as companhias pertencentes à cadeia ao estruturarem seus processos o façam por meio de estratégias que considerem o alinhamento com o ambiente institucional.

Fator 4: Condições de Mercado

Para que as operações na cadeia produtiva do biodiesel ocorram de maneira sustentável é importante que elas ocorram em um mercado com um nível aceitável de estabilidade e que ofereçam condições para a manutenção da competitividade da cadeia. Nesse sentido, a definição adequada de preços do biodiesel, considerando os custos de produção da matéria-prima, custos de produção do biodiesel, e condições de oferta e demanda estáveis desempenha um importante papel no contexto da cadeia do biodiesel (Quadro 1). Esses aspectos são considerados pela variável X_{23} que é a maior do fator (0,800) e está entre as maiores de todo o sistema.

No Brasil a comercialização do biodiesel acontece por meio do mecanismo de leilões em que o volume comercializado, os fornecedores e as condições de preço são conhecidas (PNPB, 2004b). O leilão define um preço de referência e as companhias ganhadoras são as que oferecem o menor preço e atendem os requisitos de qualidade determinados pelo órgão regulador brasileiro. Além disso, para garantir a participação da agricultura familiar, pelo menos 80% do volume comercializado deve ser originado de produtores que atendam ao processo de certificação conhecido como Selo Combustível Social (MME, 2011; PNPB, 2004b). No âmbito internacional, realizou-se em junho de 2013, a primeira exportação de 22 toneladas biodiesel para fins comerciais (MME, 2013b). Essa mudança no mercado foi possível devido à redução dos preços de óleos vegetais e na elevação do preço do dólar, embora restrições de entradas de biodiesel na Europa e necessidade de ajustes fiscais e tributários ainda sejam aspectos a serem superados (Agrolink, 2013).

É interessante notar, como pode ser visto na Tabela 3, que a variável X_{20} , também possui uma carga razoável (0,382) no fator 5, o que nos dá um indicativo do papel do desenvolvimento de estruturas adequadas de medição e monitoramento do desempenho da cadeia para o estabelecimento de condições aceitáveis, principalmente relacionadas a preços, para o mercado.

Fator 5: Qualidade do Biodiesel e Monitoramento para a Sustentabilidade

O fator *Qualidade do Biodiesel e Monitoramento para a Sustentabilidade* é constituído por duas variáveis com cargas intermediárias (X_{18} e X_{19}). Sobre aspectos relacionados à definição de padrões para certificação e controle da qualidade do biodiesel, ao monitoramento de emissões e à fiscalização por órgãos reguladores. Esse fator envolve o monitoramento e medições regulares das operações que possam impactar os aspectos de sustentabilidade. Nesse sentido, o uso de sistemas de medição por meio de indicadores e o uso de ferramentas como avaliação do ciclo de vida têm sido bastante estudados como meios para melhorar o desempenho nos diversos pontos ao longo da cadeia produtiva, desde a produção da matéria-prima até a distribuição do biodiesel para o consumidor final. No Brasil, o foco do modelo de monitoramento é a análise de propriedades físicas e químicas do biodiesel, sendo que pouca ou nenhuma atenção é dada ao monitoramento da

qualidade durante a produção de matéria-prima, a produção e biodiesel e ao processo de distribuição (Araújo, 2005; Lobo; Ferreira; Cruz, 2009).

Fator 6: Tecnologia e Inovação

A inovação tecnológica, tanto em relação a produtos, processos ou técnicas de gestão, está entre os principais aspectos relacionados à sustentabilidade e competitividade (WEF, 2012). O fator Tecnologia e Inovação envolve três variáveis que, por sua vez, estão associadas a 8 aspectos principais identificados na amostra bibliográfica apresentada no Quadro 1. O desenvolvimento da capacidade de fornecer coprodutos de valor agregado é a variável apontada de maior influência no grupo estudado (X22, carga 0,821). Além de impactar no aspecto ambiental, a geração de coprodutos também influencia na redução de custos de produção, uma vez que reutilizam resíduos como matérias-primas (Demirbas, 2008). O desenvolvimento de sistemas agrícolas alternativos possibilita a introdução de inovações em sistemas para gestão do solo e melhorias na qualidade e quantidade dos recursos naturais, em especial a água (Khalil, 2006; Lal, 2007). Nesse sentido, sistemas para otimização do uso de fertilizantes e práticas agronômicas e genéticas são apresentadas como as principais opções para introdução de melhorias (Achten et al., 2010; Buainain; Batalha, 2007). Um aspecto importante é a dificuldade de medir a inovação. Por esse motivo, o uso de estatísticas relativas a patentes, embora seja uma opção limitada, ainda é a mais utilizada (OECD, 1996). Em geral, as inovações ao biodiesel estão relacionadas à transformação de matérias-primas, processamento via transesterificação e obtenção de combustíveis carbonáceos líquidos, baseados essencialmente em misturas de hidrocarboneto (Cepal, 2011). O desenvolvimento de inovações para abordar questões sociais é motivo de debate na literatura. Alguns autores argumentam que a inovação resolve questões tecnológicas e comerciais, mas também possui potencial para criar problemas sociais adicionais, como inclusão social devido ao grau de mecanização (Hall et al., 2011; McCormick; Kåberger, 2005).

6. Conclusões

As informações apresentadas no presente estudo demonstraram que foi possível identificar fatores determinantes para a gestão da cadeia produtiva do biodiesel, a partir de aspectos preliminares obtidos da literatura e variáveis associadas que foram tratadas estatisticamente após consulta a especialistas, conforme configuração apresentada na Tabela 5. Os resultados sugerem a existência de *seis* fatores determinantes que podem contribuir para o desenvolvimento de um modelo de gestão sustentável da cadeia produtiva do biodiesel.

O padrão de cargas fatoriais, obtido após a extração dos fatores por meio da técnica estatística análise fatorial, entre outras informações, foi um parâmetro importante para determinar e rotular os fatores encontrados. A validade do padrão de cargas pôde ser comprovada por meio da obtenção do mesmo padrão após a aplicação de dois métodos diferentes de rotação de fatores, sendo um ortogonal e outro oblíquo. Níveis de confiabilidade acima do recomendável pela literatura comprovaram a consistência interna do conjunto de fatores obtidos.

Para fins de interpretação, os fatores podem ser usados para resumir, explicar e representar o conjunto original de aspectos preliminares e variáveis observadas, podendo substituí-los em análises subsequentes, com o grau de confiabilidade compatível com os critérios estabelecidos pela literatura. Uma característica importante dos fatores é que, como decorrência do uso da técnica de análise fatorial, eles são minimamente correlacionados entre si, enquanto as variáveis que os compõem possuem o máximo de correlação possível de ser obtida por meio da técnica de análise fatorial.

O estudo apresenta limitações decorrentes do próprio uso da técnica de análise fatorial, uma vez que é possível a obtenção de várias soluções, dependendo do método de extração e de rotação adotados, dos níveis de ajuste e confiabilidade requeridos, entre outros aspectos. Por outro lado, essa limitação exigiu dos pesquisadores atenção constante e conhecimento dos aspectos envolvidos pelas variáveis para, a partir da análise das cargas fatoriais e do atendimento aos critérios, principalmente, os relativos à adequação da amostra, obter um conjunto representativo dos aspectos do estudo.

Pesquisas futuras poderão avaliar os graus de determinância e viabilidade de implementação dos fatores, de forma a buscar formas de atuação e tomada de decisões mais eficazes. Recomenda-se estabelecer a correlação entre os fatores encontrados e os aspectos ambientais, sociais e econômicos que compõem o desenvolvimento sustentável. Pesquisas futuras poderão ser realizadas para comparar os resultados com cadeias produtivas de outros países e forma a estabelecer uma melhor generalização dos resultados.

Embora os resultados aqui apresentados sejam bastante significativos, uma vez que foi consultado um grupo seletivo de especialistas com conhecimento no tema, além de terem sido seguidos, rigorosamente, critérios disponíveis na literatura, outras pesquisas poderão usar um conjunto maior de respondentes e, conseqüentemente, de dados. Essas pesquisas poderão ser realizadas para, por meio do uso de técnicas de análise multivariada de dados, como a própria análise fatorial, validar ou confirmar o padrão de cargas fatoriais e, conseqüentemente, a estrutura de fatores, bem como verificar a estabilidade da estrutura aqui identificada.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte da Diretoria de Metrologia Científica e Industrial do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, por meio do seu Diretor Prof. Dr. Humberto S. Brandi.

Referências

ACHTEN, W. M. J. et al. Life cycle assessment of Jatropha biodiesel as transportation fuel in rural India. **Applied Energy**, v. 87, n. 12, p. 3652-3660, 2010.

AGROLINK. BSBIOS exporta mais 8 mil toneladas de biodiesel para Europa. **Agrolink**, 15/08/2013 2013. Disponível em: < http://www.agrolink.com.br/noticias/bsbios-exporta-mais-8-mil-toneladas-de-biodiesel-para-europa_175200.html >.

AKGUL, O.; SHAH, N.; PAPAGEORGIOU, L. G. Economic optimisation of a UK advanced biofuel supply chain. **Biomass and Bioenergy**, v. 41, n. 0, p. 57-72, 2012.

AMARAL, D. F. Panorama do mercado de extração de óleos. I Simpósio Tecnológico PBIO de Extração de Óleos Vegetais, 2009. Rio de Janeiro. Abiove.

_____. Biofuels: global situation, concerns and the future. Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (Abiove), 2010. Rio de Janeiro. Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (Abiove).

ANP. **O Programa de monitoramento da qualidade dos combustíveis - PMQC**. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (Brasil), 2012a. 50 ISBN 978-85-88286-14-6.

_____. **REGULAMENTO TÉCNICO ANP Nº 4/2012.** Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). NATIONAL AGENCY OF OIL, N. G. A. B. Rio de Janeiro. 4/2012 2012b.

ANTIZAR-LADISLAO, B.; TURRION-GOMEZ, J. L. Second-generation biofuels and local bioenergy systems. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 2, n. 5, p. 455-469, 2008.

ARAÚJO, R. M. **Controle de qualidade de biodiesel.** Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). PRODUTOS, S. D. Q. D. Rio de Janeiro: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) 2005.

ASSUMPCÃO, M. R. P. Reflexão para a gestão tecnológica em cadeias de suprimento. **Gestão & Produção**, v. 10, n. n.3, p. 345-361, Dez. 2003 2003.

ATABANI, A. E. et al. A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 4, p. 2070-2093, 2012.

BORSCHIVER, S. **Análise Técnica, Econômica e de Tendências da Indústria de Aditivos para Alimentos no Brasil.** 1997. 151 (Master). Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.

BRASIL/MAPA. **Cadeia produtiva da agroenergia.** *Agronegócios*. BUAINAIN, A. M. e BATALHA, M. O. Brasília: IICA: MAPA/SPA; 112p. v.3 2007.

BRASIL/MDIC. **O futuro da indústria: biodiesel. Coletânea de artigos.** Brasília: MDIC-STI/IEL, 2006. 145p

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva da agroenergia.** Brasília: IICA: MAPA/SPA; 112p, 2007. ISBN 978-85-99851-13-5.

CARRIQUIRY, M. A.; DU, X.; TIMILSINA, G. R. **Second-generation biofuels.** The World Bank, p.57p. 2010

CEPAL. **Análisis comparativo de patentes en la cadena de producción de biocombustibles entre América Latina y el resto del mundo.** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). Santiago, Chile, p.43p. 2011

CHEN, I. J.; PAULRAJ, A. Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 2, p. 119-150, 2004.

COCCO, D. Comparative study on energy sustainability of biofuel production chains. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy**, v. 221, n. 5, p. 637-645, 2007.

COPPEAD. **Planejamento Estratégico Tecnológico e Logístico para o Programa Nacional de Biodiesel.** Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP)Nov/2007. 2007

CORSANO, G.; VECCHIETTI, A. R.; MONTAGNA, J. M. Optimal design for sustainable bioethanol supply chain considering detailed plant performance model. **Chemical Engineering**, v. 35, n. 8, p. 1384-1398, 2011.

COVRIG, C.; BOSCH-GUAL, L. Assessing European biodiesel markets and capacities. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 4, n. 6, p. 590-593, 2010.

DEMIRBAS, A. **Biodiesel: A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines.** London: Springer-Verlag London Limited, 2008. 208 ISBN 978-1-84628-994-1.

DUNN, R. O. Other alternative diesel fuels. In: KNOTHE, G. G., J. V.; KRAHL, J. (Ed.). **The Biodiesel Handbook**. Champaign: AOCS Press, 2005. cap. 10, p.232-286.

EIA. **Annual Energy Outlook with projections to 2035**. Energy Information Administration (EIA). Washington, DC: Abr, p.246p. 2011. (DOE/EIA-0383(2011))

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford: Capstone Publishing Ltd, 1997. 402

EMBRAPA. Cultivo de canola. **Sistemas de Produção**, v. 3, n. Nov/2007, 18/06/2011 2007. ISSN 1809-2985. Disponível em: <
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Canola/CultivodeCanola/introducao.htm>>.

FGV/UBRABIO. **O biodiesel e sua contribuição para a economia brasileira**. (FGV), U. B. D. B. U. E. F. G. V. Brasília: União Brasileira do Biodiesel (UBRABIO) e Fundação Getúlio Vargas (FGV) 2010a.

_____. **O biodiesel e sua contribuição para a economia brasileira**. Brasília: 2010b.

FIELD, A. **Discovering Statistics Using SPSS**. 2. London: SAGE Publications Ltd, 2005. 816 ISBN 10 0-7619-4451-6.

FRAZELLE, E. **Supply chain strategy: the logistics of supply chain management**. McGraw-Hill, 2002. 357p.

FURLAN, L. T. Opportunities and challenges: innovation in renewable energies in Brazil. In: APRESENTAÇÃO, OECD, 2007. Berlin. OECD, 21/09/2007.

GALIASSI, R. S.; SCUR, G. **Estudo da cadeia do biodiesel em países desenvolvidos**. Centro Universitário da FEI. São Bernardo do Campo, p.73p. 2008

GOLD, S.; SEURING, S. Supply chain and logistics issues of bio-energy production. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 1, p. 32-42, 2011.

GUILHOTO, J.; CUNHA, M. Socioeconomic Impacts of Biodiesel Industry in Brazil. In: MAGAZINE, B., Biodieselbr International Conference 2012, 2012. Sao Paulo, Brazil. Foundation Institute of Economic Research (FIPE), October 2012.

HAIR, J. F. et al. **Análise Multivariada de Dados**. 5a. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p. ISBN 85-363-0482-0.

HALL, J.; MATOS, S. Incorporating impoverished communities in sustainable supply chains. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 40, n. 1-2, p. 124-147, 2010.

HALL, J. et al. Managing technological and social uncertainties of innovation: The evolution of Brazilian energy and agriculture. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 78, n. 7, p. 1147-1157, 2011.

HERVÉ ABDI, L. J. W. Principal Component Analysis. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 2, p. 47, 2010.

HILL, M. **SPSS Missing Value Analysis**. INC., S. Chicago, IL: SPSS: 90 p. 1975.

IBF. **White paper on internationally compatible biofuel standards, Tripartite Task Force Brazil, European Union and United States of America**. 31/12/2007, p.95p. 2007

IFQC. Monitoring and enforcement of fuel quality. In: (Ed.). **Fuel quality strategies training manual**. Sydney, Australia: Fuel Quality Center (IFQC), 2003a. cap. 4, p.36.

_____. Pricing and Market Regulation Issues which Influence the Success of Fuel Quality Changes. In: (Ed.). **Fuel quality strategies training manual**. Sydney, Australia: Fuel Quality Center (IFQC), 2003b. cap. 3, p.32.

ISO. **ABNT NBR 16001: Responsabilidade Social - Sistema da Gestão. Requisito**. ABNT. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): 12p p. 2004a.

_____. **ABNT NBR ISO 14001 - Sistemas da gestão ambiental. Requisitos com orientações para uso**. ABNT. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT): 27p p. 2004b.

JUNGINGER, M. et al. Opportunities and barriers for international bioenergy trade. **Energy Policy**, v. 39, n. 4, p. 2028-2042, 2011.

KHALIL, C. N. As tecnologias de produção do biodiesel. In: MDIC-STI/IEL (Ed.). **O Futuro da Indústria: Biodiesel**. Brasília: MDIC-STI/IEL, v.v. 14, 2006. p.83-90.

KURKI, A.; HILL, A.; MORRIS, M. Biodiesel: the sustainability dimensions. **National Sustainable Agriculture Information Service (ATTRA)**, p. 12p, 2010.

LAL, R. Soil science and the carbon civilization. **Soil Science Society of America Journal**, v. 71, n. 5, p. 1425-1437, 2007.

LOBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. **Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos**. Química Nova. v. 32: 1596-1608 p. 2009.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 249 ISBN 85-7307-728-x.

MCCORMICK, K.; KÅBERGER, T. Exploring a pioneering bioenergy system: The case of Enköping in Sweden. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 10–11, p. 1003-1014, 2005.

MDIC, Ed. **O futuro da indústria: biodiesel. Coletânea de artigos**. Brasil/MDIC. Brasília: MDIC-STI/IEL, v.14, p.145p, Brasil/MDICed. 2006.

MME. **Biocombustíveis: instrumento para inclusão social e fator de desenvolvimento econômico com respeito ao meio ambiente**. Ministério das Minas e Energia (MME). (MME), M. D. M. E. E. Brasília: Ministério das Minas e Energia (MME): 3p p. 2011.

_____. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis - Ago/2013**. Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Brasília: Ago/2013. 2013a

_____. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis - Jun/2013**. Ministério das Minas e Energia, Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis. Brasília: Jun/2013. 2013b

NUNES, S. P. Produção e consumo de óleos vegetais no Brasil. **Conjuntura Agrícola**, n. 159, p. 10p., 02/06/2011 2007. Disponível em: <
<http://www.deser.org.br/documentos/doc/Produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20consumo%20de%20%C3%B3leos%20vegetais.pdf>>.

OECD. **Innovation, patents and technological strategies**. Paris, France: OECD, 1996.

OLIVÉRIO, J. L. O programa brasileiro de biodiesel na visão da indústria de equipamentos. In: MDIC-STI/IEL (Ed.). **O futuro da indústria: biodiesel. Coletânea de artigos**. Brasília: MDIC-STI/IEL, v.v. 14, 2006. cap. 8, p.105-125.

PNPB. Portal do Biodiesel. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel**, 2004a. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br/> >. Acesso em: 16/02/2011.

_____. Portal do Biodiesel. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB)**, n. 16/02/2011, 2004b. Disponível em: < <http://www.biodiesel.gov.br/> >.

POWER, D. J.; SOHAL, A. S.; RAHMAN, S.-U. Critical success factors in agile supply chain management - An empirical study. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 31, n. 4, p. 247-265, 2001.

PRADHAN, A. et al. **Energy life-cycle assessment of soybean biodiesel**. United States Department of Agriculture (USDA)Set, p.25p. 2009

RADICH, A. Biodiesel performance, costs, and use. **Modeling and Analysis Papers**, 18/02/2011 2004. Disponível em: < <http://www.eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/biodiesel/index.html> >.

RAMAA, A.; RANGASWAMY, T. M.; SUBRAMANYA, K. N. **A review of literature on performance measurement of supply chain network**. Second International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology. India: 802-806 p. 2009.

RAMOS, L. P. **Microalgas**. Biodieselbr. Curitiba/PR: Grupo Biodieselbr: 72p. p. 2008.

_____. **Biodieséis não convencionais**. Biodieselbr. Curitiba/PR: Grupo Biodieselbr: 49 p. 2009.

REMMEN, A.; JENSEN, A. A.; FRYDENDAL, J. **Life cycle management - a business guide to sustainability**. Paris: 2007. 52 ISBN 978-92-807-2772-2.

ROCKART, J. F. Chief executives define their own data needs. **Harvard Business Review**, n. 57, p. 81-93, 1979.

ROVERE, E. L. L.; PEREIRA, A. S.; SIMOES, A. F. Biofuels and sustainable energy development in Brazil. **World Development**, v. 39, n. 6, p. 10, 2010.

SALLEH, R. **Critical success factors of project management for Brunei construction projects: improving project performance**. 2009. 334p. (Doctor). School of Urban Development, Queensland University of Technology, Queensland.

SCRAMIM, F. C. L.; BATALHA, M. O. Método para análise de benefícios em cadeias de suprimento: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 3, p. 331-342, 2004.

SEURING, S. A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 4, p. 1513-1520, 2013.

SILVA, L. C. **Agronegócio: logística e organização de cadeias produtivas**. II Semana Acadêmica de Engenharia Agrícola. Rio de Janeiro: 22p p. 2005.

SOUZA, V. Biofuels: the Brazilian experience. Inmetro, 2010. África.

TELLER, C.; KOTZAB, H.; GRANT, D. B. Improving the execution of supply chain management in organizations. **International Journal of Production Economics**, v. In Press, Corrected Proof, 2011.

UBRABIO. **É possível exportar biodiesel?** . Ubrabio. Brasília: Ubrabio: 16-17 p. 2010.

UN. **Agenda 21: Integrating environment & development in decision-making**. The United Nations - UN. Rio de Janeiro: 3 to 14 June 1992. 1992

VASUDEVAN, P.; FU, B. Environmentally sustainable biofuels: advances in biodiesel research. **Waste and Biomass Valorization**, v. 1, n. 1, p. 47-63, 2010.

VILLA, A. Introducing some supply chain management problems. **International Journal of Production Economics** v. 73, n. 1, p. 1-4, 2001 2001.

WCED. **Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development**. The United Nations - UN. Geneva: 1987. 1987

WEF. **The Global Competitiveness Report 2012-2013**. World Economic Forum. Geneva, p.545. 2012

YOUNG, E. **Sustainable Brazil. Brazil's perspectives in the agricultural industry**. Ernest & Young, p.25. 2009

ZHANG, Y. et al. Biodiesel production from waste cooking oil: 2. Economic assessment and sensitivity analysis. **Bioresource Technology**, v. 90, n. 3, p. 229-240, 2003.

ZHOU, Q.; HUANG, W.; ZHANG, Y. Identifying critical success factors in emergency management using a fuzzy Dematel method. **Safety Science**, v. 49, n. 2, p. 243-252, 2011.