Produto & Produção, vol. 14 n.3, p. 35-48, out. 2013

RECEBIDO EM 30/12/2012. ACEITO EM 08/07/2013.

Engenharia de produção, gestão de operações e sustentabilidade: mapeamento intelectual do campo de estudo

Wesley Vieira Silva

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR

wesley.vieira@pucpr.br

Carla Gonçalves Machado

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR

carlagmachado@hotmail.com

Edson Pinheiro de Lima

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

e.pinheiro@pucpr.br

Sergio E. Gouvea da Costa

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

s.gouvea@pucpr.br

RESUMO

Este estudo analisa a estrutura do conhecimento a respeito de pesquisa sobre sustentabilidade na área da Engenharia de Produção, particularmente aqueles relacionados à Gestão de Operações. Análises bibliométricas e quantitativas (testes estatísticos) foram realizadas utilizando informações coletadas de 495 trabalhos selecionados em nove bases de dados internacionais relacionadas ao campo da gestão de operações, com base em palavras-chave "Sustentabilidade" e "Gestão de Operações". Resultados apontam para a evolução do assunto durante as últimas duas décadas, a relação entre autores na rede de pesquisas e seu efeito sobre a produção. Assim, este estudo contribui com para o mapeamento da estrutura intelectual e aponta das tendências e lacunas para futuras pesquisas em sustentabilidade no campo da Gestão de Operações.

Palavras Chave: Engenharia de Produção; Gestão de Operações; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study analyzes the structure of knowledge about sustainability research in the area of Production Engineering, particularly those related to Operations Management (OM). Bibliometrics and quantitative (statistical) analysis were performed using data collected from 495 papers selected in nine international databases related to OM field, based on the keywords "Sustainability" and "Operations Management". Results indicate the evolution of the subject during the last two decades, the relationship between authors in the research network and its effect on production. Thus, this study contributes to the mapping of the structure and aims of intellectual trends and gaps for future research in the field of sustainability OM.

Key Words: Production Engineering, Operations Management, Sustainability.

1 Introdução

É possível acompanhar o desenvolvimento de um campo de estudo por meio da produção científica a ele atribuído. Pressupõe-se que as relações sociais em uma rede são um fator relevante para o desenvolvimento do conhecimento científico e do estabelecimento de uma disciplina. Entender tais relações permite mapear a base de conhecimento em um determinado campo (LEISDORFF, 2007; MACINTIRE, 2006).

Nos últimos anos, vários estudos foram dedicados a mapear a estrutura intelectual e as fronteiras do campo da Gestão de Operações (G.O) no contexto da pesquisa em Engenharia de Produção. Analisando a origem da disciplina G.O nas escolas de negócios, Sprague (2007) encontrou uma forte interface entre as disciplinas de administração e engenharia, mas com dimensões metodológicas e temáticas ainda em formação. O autor ressalta que este fato dificulta o estabelecimento dos limites da pesquisa em G.O.

Com base na produção científica do *International Journal of Operations & Production Management* (IJOPM) entre 1994 e 1997, Pilkington e Heyes (1999) indicaram as dificuldades para o reconhecimento da G.O como uma disciplina acadêmica legítima, enfatizando a necessidade de diferenciá-la das áreas da Pesquisa Operacional (*Operations Research*) e Sistema de Gestão (*Management Systems*).

Pilkington e Fitzgerald (2006) estenderam a análise da produção do IJOPM entre 1994 e 2003, mapeando as relações sociais estabelecidas nas comunidades de estudo e temas de suas pesquisas. Mais uma vez aparece a preocupação em definir a G.O como uma disciplina e a necessidade de estabelecer o conhecimento gerado no campo como uma ferramenta prática para determinar sua relação com outras áreas de gestão. Entre os principais temas relacionados com a G.O, destacam-se *manufacturing strategy* e *resource based view*. Com base no escopo da inclusão da sustentabilidade, foi identificado pelos autores a inserção do tema *sustainable resource view of the firm* nos artigos de Hart (1995) e Porter e van der Linde (1995), mostrando a tendência de inserir os conceitos de sustentabilidade nos estudos da G.O.

Bayraktar *et al.* (2007) realizaram um estudo com base nos temas desenvolvidos e das características das comunidades de autores na Europa e América do Norte, observando que o campo tem seu núcleo focado na concepção e gestão de processos de transformação que criem valor para as organizações e a sociedade, revelando assim a competência da OM para o estudo de processos e tecnologias mais sustentáveis.

Pilkington e Meredith (2009) analisaram a produção acadêmica entre 1980 e 2006 verificando o direcionamento das pesquisas para as questões mais estratégicas, integradas e macros. O estudo abrangeu o conteúdo do IJOPM, do *Journal of Operations Management* (JOM) e do *Production and Operations Management* (POM). Por meio da análise de redes sociais, os autores apresentam um mapa dos clusters formados por pesquisadores e como eles foram mudando ao longo dos anos, concluindo que o campo da G.O é um campo dinâmico e que tem passado por mudanças significativas, utilizando teorias de outros campos e desenvolvendo novos métodos de investigação.

Taylor e Taylor (2009) deram sua contribuição para o estudo do campo da G.O verificando artigos do IJOPM publicados entre 2004 e 2009, indicando os métodos de pesquisa comumente usados (ex. estudos de caso), os temas principais (ex. gestão da cadeia de suprimentos e estratégia de operações) e informações para alguns outros pesquisadores no campo.

As discussões acerca da urgência de se adotar um novo padrão de desenvolvimento ganharam mais força a partir de 1970. O relatório do Clube de Roma publicado em 1972, *"The Limits to growth: a report for the Club of Rome's project of mankind"*, alertou sobre a necessidade urgente de se mudar o modelo de desenvolvimento, baseado em cinco questões-chaves: aumento da população; produção de alimentos; industrialização; esgotamento dos recursos naturais; e, poluição (MEADOWS *et al.*, 1972).

As questões evidenciadas pelo relatório do Clube de Roma aumentaram as discussões a cerca das limitações do planeta e pela busca um novo conceito de desenvolvimento. A definição

mais conhecida a cerca do desenvolvimento sustentável está publicada no "*Brundtland Report*", relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) publicado em 1987, que define o desenvolvimento sustentável como "[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades" (WCED, 1987).

No contexto das organizações, a demanda por novos modelos e padrões de gestão e produção tendo como foco o desenvolvimento sustentável criam um novo contexto para a G.O. Para Kleindorfer *et al.* (2005, p.483), o campo da G.O está cada vez mais ligado ao contexto da sustentabilidade, envolvendo as operações visando o lucro e suas relações com o meio ambiente e as pessoas representando um novo momento e oportunidades para os pesquisadores do campo da G.O fazerem a diferença.

Assim, o problema de pesquisa pode ser sumarizado no questionamento: é possível mapear e avaliar de modo não tendencioso o referencial teórico de relevância acadêmica alinhada ao contexto da Sustentabilidade no campo de estudos da Gestão de Operações com base em estudos bibliométricos?

Este estudo foi realizado com base na análise de 495 artigos publicados de 1995-2011, selecionados a partir de nove bases de dados nacionais e internacionais e 139 periódicos. Foram definidas as palavras-chave *sustentabilidade* e *gestão de operações* como os critérios iniciais de metabúscua.

O objetivo deste trabalho é contribuir com o mapeamento do campo da G.O, tendo como base na inserção do tema da sustentabilidade, verificando a natureza das relações sociais estabelecidas na rede, a fim de observar se o tema possui efetivamente uma comunidade dedicada ao seu estudo. Com base no exposto, serão apontados alguns dos principais autores e temas, evolução das pesquisas e a influência da localização dentro da rede na produção dos autores.

Métodos bibliométricos e abordagem estatística apóiam os resultados. A estrutura do artigo abrange a revisão da literatura com alguns detalhes sobre a investigação realizada, em seguida a metodologia de análise dos artigos, os resultados obtidos nas análises bibliométricas, apresentação das estatísticas descritivas e de regressão e as suas respectivas considerações e, finalmente, as conclusões e direções para pesquisas futuras.

2. Referencial Teórico

Diversos campos científicos registram discussões a cerca da definição da sustentabilidade, impulsionadas, principalmente, por abordagens ecológicas, etimológicas, ideológicas, políticas e sociais (MEBRATU, 1998).

A definição da WCED para o desenvolvimento sustentável é fruto do aumento dessas discussões e é, de forma geral, atribuída como o significado do próprio termo sustentabilidade. Entretanto, é importante que se defina que existem diferenças e ao mesmo tempo complementaridades entre os termos, onde a sustentabilidade é o objetivo macro onde a humanidade deseja chegar e o desenvolvimento sustentável representa os processos/meio para se alcançar o objetivo almejado (SILVA *et al.*, 2005).

No contexto das organizações, Labuschagne *et al.* (2005) afirmam que expressar o conceito de sustentabilidade em termos concretos e operacionais ainda não atende, adequadamente, as necessidades dos tomadores de decisão para análise e avaliação das operações em termos de impactos internos e externos.

Na perspectiva das organizações, John Elkington, criador do *Tripple Bottom Line (TBL)*, ampliou o entendimento de como o objetivo do desenvolvimento sustentável deveria ser incorporado às operações, representando a união dos valores sociais e ambientais às medidas econômicas tradicionais de uma organização, contribuindo para o salto da sustentabilidade teórica para a prática (ELKINGTON, 1997).

Westkamper *et al.* (2000) afirmam que nesse contexto a tarefa da Engenharia de Produção é incentivar a industrialização necessária para os processos com um alto nível de automatização e de tecnologias produtivas. Pesquisadores e profissionais tem direcionado modelos de decisão com base no conceito do *Tripple Bottom Line (TBL)*, tanto para o desenho dos processos e das práticas

diárias (WILKINSON *et al.*, 2001; PORTER; KRAMER, 2006; HUTCHINS; SUTHERLAND, 2008; UEDA *et al.*, 2009).

Modelos organizacionais que incorporam os princípios da sustentabilidade apoiados no TBL balizam o seu comportamento por: produção de bens e serviços de maneira economicamente viável, utilizando processos não poluentes de produção, conservação de energia e recursos naturais; produção, desenvolvimento e entrega em condições de saúde e segurança para todos os funcionários, colaboradores e clientes, por meio de ações criativas e socialmente aceitas para atender as demandas das partes interessadas (KRAJNC; GLAVIC, 2005; VELEVA; ELLENBECKER, 2001).

O 'Lowell Center for Sustainable Production - LCSP' define a produção sustentável como a criação de produtos e processos de serviços e sistemas não-poluentes, que possibilite a conservação de energia e recursos naturais, que seja economicamente viável, seguro e saudável para os trabalhadores, as comunidades e os consumidores, e, socialmente e criativamente gratificante para todos os trabalhadores (VELEVA *et al.*, 2001).

Cabezas *et al.* (2003) reconhecem a abordagem sistêmica como um aspecto fundamental para o estudo e desenvolvimento de modelos de operações sustentáveis. Pitelis e Vasilaros (2010) definem o processo de criação de valor sustentável pela capacidade da gestão integrada das recomendações econômicas, ambientais e sociais.

De acordo com Kleindorfer *et al.* (2005) a Gestão de Operações Sustentável é definida como a soma de habilidades e conceitos que permitem às empresas a estruturar e gerir os seus processos de negócio para obter retorno competitivo sobre os seus ativos de capital, sem comprometer as necessidades legítimas das partes interessadas internas e externas e tendo em conta o impacto da suas operações sobre as pessoas e o meio ambiente.

Bayraktar *et al.* (2007) destacam que os modelos de operações do futuro terão medidas de gestão direcionadas por critérios e políticas ambientais, agilidade e sustentabilidade da empresa para o uso futuro e eficiente dos recursos escassos.

Pinheiro de Lima *et al.* (2008, p.1) complementam essa visão afirmando que a nova visão estratégica da produção representa a "[...] a interação empresa e ambiente na sua essência e esse é o grande desafio da empresa moderna".

De acordo com Labuschagne *et al.* (2005) entre os temas potenciais de investigação, a "sustentabilidade" é um dos mais explicitamente incluído, destacando que os estudos aplicados a gestão de operações será relevante para a análise de questões mundiais e mudanças globais

Os estudos direcionados ao mapeamento intelectual do campo da G.O constataam a movimentação do campo para questões mais táticas e identificam que, até 2009, os principais tópicos abrangiam as áreas de *operations strategy*, *supply chain management*, *performance management*, *performance measurement and service operations*. No estudo de Taylor e Taylor (2009) a temática *supply chain management* aparece como o principal tema de pesquisa nos artigo publicados pelo IJOPM entre 2004 e 2009 (Figure 1).

Figura 1 - Principais temas de pesquisa em G.O publicados no IJOPM entre 2004-2009

Fonte: adaptado de Taylor e Taylor (2009)

Assim como Bayraktar *et al.* (2007), Taylor e Taylor (2009) identificaram tema da sustentabilidade como um tema potencial de investigação, afirmando que a gestão de operações continuará a ser relevante para os problemas e desafios do mundo. Além dos pesquisadores supracitados, outros grupos de pesquisadores também tem se dedicado ao estudo da gestão sustentável em diversas áreas da G.O como, por exemplo, Kleidondorfer *et al.* (2005), Gold *et al.* (2010), Platts (2007) e Selinger (2007).

Tendo como referencial os estudos apresentados, constata-se que a sustentabilidade está inserida entre os subtemas emergentes relacionados à evolução da G.O, apontando para a formação de uma comunidade dedicada ao estudo da aplicação dos conceitos atrelados ao desenvolvimento sustentável aos sistemas de produção e outras áreas tradicionais do campo de estudos.

Outros estudos merecem destaque, tais como Sower *et al.* (1997) e Sprague (2007), realizados com o apoio dos dados bibliométricos. Eles reafirmam o conceito de McIntire (2006) de que é possível acompanhar o desenvolvimento de um campo por meio da produção acadêmica usando os dados bibliométricos que podem ser extraídos, como: autor, citação, data, palavras-chave, entre outros.

As informações compartilhadas em um grupo tendem a ser validadas na medida em que são replicadas. Por meio das citações, os artigos formam uma rede do conhecimento (PINHEIRO; SILVA, 2008). Sendo assim, pode-se inferir que o estudo bibliométrico contribui para a avaliação da construção de um campo de estudo, pois a sua evolução é construída com a parceria entre pesquisadores locais, nacionais e, principalmente, internacionais (van RAAN; van LEEUWEN, 2002).

O conhecimento científico é construído num processo social onde a interação entre os pesquisadores e outros padrões construídos socialmente estabelecem que os limites e as possibilidades para as atividades científicas. A utilização da análise de redes sociais pode ser caracterizada como uma metodologia útil para o mapeamento e estudo de campos (WHITE *et al.*, 2004; POWELL *et al.*, 2005; GUARIDO FILHO *et al.*, 2010).

Os resultados obtidos podem indicar como os contatos (diretos ou indiretos) se correlacionam com a produção científica e o mapeamento intelectual de uma determinada disciplina (ROSSONI; HOCAYEN-DA-SILVA, 2008).

Nas análises de rede os atributos de cada ator não são analisados isoladamente, mas sim as relações existentes (WASSERMAN; FAUST, 1994). Ao ter uma posição considerada privilegiada na rede um determinado ator pode obter vantagens na troca de informações, além de ter mais influência e maior reconhecimento entre os demais componentes da rede em posições menos favoráveis (HANNEMAN; RIDDLE, 2011).

3. Metodologia

Este trabalho é uma pesquisa documental e relacional. A revisão da literatura e sua estratégia da pesquisa estão fundamentadas em parâmetros de 'Revisão Bibliográfica Sistemática. Realizada por meio de uma sequência de passos, a condução de uma revisão eficiente permite a criação de uma base que possibilita o progresso do conhecimento e o desenvolvimento das teorias, além de identificar lacunas no campo para estudos futuros e também testar hipóteses. Para isso deve estar fundamentada em análises metodológicas que permitam analisar, compreender e sintetizar o conjunto da literatura analisado e, com isso, fornecer um embasamento sólido para o tema de pesquisa e demonstrando a contribuição para o campo de estudo (WEBSTER; WATSON, 2002; LEVY; ELLIS, 2006).

De acordo com Webster e Watson (2002) as maiores contribuições de um campo de estudos provavelmente serão encontradas em seus principais periódicos. Uma busca realizada de forma sistemática deve ser conduzida para garantir a formação de um conjunto pertinente e representativo da literatura, mas mesmo assim ainda alguns artigos podem ser perdidos durante o processo de seleção.

Dessa forma, as análises não podem ser tomadas como interpretações completas, devido às limitações e dificuldades de captura, quantificação e visualização de todos os dados. Os softwares *Mendeley Ap.* e EXCEL® foram utilizados para compilação dos dados os quais foram revisados em

três etapas, a fim de mitigar erros na extração e quantificação dos dados. A visualização dos dados, representada pela rede de citação de autores, não foi originada a partir dos mais de 900 autores extraídos, mas sim a partir de matriz binária formada por 137 autores responsáveis pela produção de 397 artigos (80% do total produzido), selecionados com base na produção de pelo menos dois artigos relacionados ao tema.

Todos os autores foram considerados tão relevantes como o primeiro autor. Segundo Garfield (1997), inferir apenas sobre o primeiro autor pode incorrer em alguma deficiência/limitação. É importante esclarecer que este estudo não considera as limitações de análise de citação e co-citação apresentadas por Taylor e Taylor (2009) sobre o favorecimento quando um autor cita outros autores motivados pelo prestígio dos pesquisadores mais velhos com carreiras mais longas, artigos controversos, e outros motivos que fazem a citação perde seu valor.

A seleção das medidas de rede foi baseada nos estudos de Burt (1992), Garfield (1997), Kleinberg *et al.* (2008) e Hanneman e Riddle (2011). Existem outras maneiras de classificar os nós em uma rede ou analisar a posição de um autor em um cenário específico. No entanto, eles não foram considerados neste estudo. As medidas de rede selecionadas foram:

- *degree* - centralidade de grau (CD): atores com maior CD apresentam um maior número de conexões e tendem a estar em uma posição privilegiada e maior influência na rede;
- *closeness* - proximidade: a menor distância de um ator em relação aos outros atores da rede o torna mais acessível, ou seja, ele/ela pode chegar a outros participantes da rede por caminhos mais curtos;
- *betweness* - intermediação: um ator conector entre dois outros atores de outras redes tem uma posição estruturalmente mais favorecida, porque se um ator quer entrar em contato com o outro tem de fazê-lo por meio do conector;
- *effsize* - buracos estruturais - representam uma lacuna entre os atores, ou seja, ausência de relações na estrutura social, inibindo o fluxo de informações entre os grupos. Atores de ambos os lados de um buraco estrutural têm acesso a fluxos de informação diversos. Os buracos estruturais representam uma oportunidade para um ator surgir com ideias novas.

O ano de 1995 foi definido por ser o ano da primeira publicação considerada, pelos pesquisadores, relevante para o tema: "*Environmental management and its impact on the operations function*" de Mahash C. Gupta, publicado no *International Journal of Operations & Production Management*.

Ressalta-se que a etapa de seleção dos artigos foi composta de duas etapas, sendo a primeira conduzida com base na busca nas bases de dados, selecionadas em estudos anteriores, por meio das palavras-chaves (strings de busca) na combinação: '*sustainability*' and '*operations management*'. Na segunda etapa, os artigos foram filtrados e revisados pelos pesquisadores por meio dos critérios de conteúdo, relevância e interações com as palavras-chaves e o contexto da gestão de operações.

A Tabela 1 apresenta as ações para seleção do conjunto de artigos (495 artigos) e para o tratamento dos dados.

Tabela 1 - Seleção e validação da base de dados

	Ação	Resultados
1	Etapa exploratória nas bases ISI Thompson, Scopus e "CAPES" para definição das bases de dados que seriam consideradas na etapa de coleta dos artigos (realizada por meio da busca das palavras-chaves consideradas no estudo)	9 bases - Academic Search Premier/ EBSCO, Emerald, IEEE Xplore, Informa, Oxford Journals, Science Direct, Springer Verlag, Taylor and Francis and Wiley Interscience.
2	Levantamento dos artigos com base nas palavras-chaves <i>sustainability</i> e <i>operations management</i> e, em seguida, filtrados por conteúdo, relevância e interações com as palavras-chaves.	1.000 artigos selecionados na primeira fase 495 artigos filtrados na segunda fase
3	Organização das informações bibliométricas realizadas com o suporte do software <i>Mendeley Ap.</i> e organizadas manualmente em planilhas EXCEL®.	Categorização dos dados bibliométricos - nome dos autores, instituições, países, natureza das relações (internacional, nacional (Brasil) ou multinational (Brasil e outros países), método de pesquisa, ano de publicação e palavras-chaves.

4	Geração de matriz quadrada de citação (137 x 137) e geração de redes sociais pelo software UCINET/Netdraw app).	Extração das medidas de centralidade selecionadas e gráficos de rede.
5	Aplicação de testes de análise multivariada para testes de hipóteses. Os testes estatísticos foram selecionados de acordo com o tamanho da amostra e estudos de FIELD (2009).	(1) teste de normalidade dos dados (2) teste de correlação entre as variáveis (3) teste de diferença de medianas entre os grupos de autores centrais e periféricos (4) estimativa das regressões lineares

Conforto *et al.* (2011), propuseram um modelo para condução de uma revisão bibliográfica que também forneceu orientações para a condução desta pesquisa:

- o 'Problema' de pesquisa busca analisar o contexto da sustentabilidade no campo da Gestão de Operações;
- os 'Objetivos' buscam contribuir para os estudos de mapeamento do campo da Gestão das Operações;
- as 'Fontes Primárias', são representadas pelos artigos selecionados, os periódicos representados e as bases de dados definidas para a realização da busca;
- os 'Strings' de busca estão representados pelas palavras-chaves '*sustainability*' e '*operations management*' definidas e testadas em estudos preliminares;
- os artigos selecionados seguiram 'critérios de inclusão' baseados no contexto da pesquisa, ou seja, estudos que não estivessem diretamente ligadas à inserção da sustentabilidade no contexto da gestão de operações não foram considerados;
- os 'critérios de qualificação' foram compostos por métricas relacionadas aos autores, como: posicionamento na rede (análise de citação e co-citação); e, análises de grupos de autores centrais e periféricos.
- os 'métodos e ferramentas' escolhidos para conduzir metodologicamente as análises incluíram análises descritivas bibliométricas, análises de rede social e testes estatísticos.

A fim de diminuir o impacto das limitações, os processos e critérios definidos para a coleta de dados foram rigorosamente seguidos, bem como o método estabelecido.

3.1. Hipóteses da Pesquisa

Com base no referencial teórico apresentado, pressupõe-se que a produção dos autores está correlacionada com a natureza dos relacionamentos que ele estabelece na rede (comunidade acadêmica) e é influenciada por elas demonstrando que, de maneira geral, o posicionamento privilegiado na rede social contribui com a produção do autor. Dessa forma, foi estabelecida a primeira hipótese de pesquisa H1:

H1: A associação entre as variáveis independentes (medidas de rede) e a dependente (produção) não é estatisticamente significativa.

Em relação ao posicionamento da produção acadêmica na rede social, representado pelas medidas de centralidade de cada autor formulou-se a segunda hipótese de pesquisa H2:

H2: o tipo de posicionamento na rede, representado pelas medidas de centralidade, tem relacionamento significativo com a produção de cada autor.

Parte-se então para o pressuposto de que as medidas que apontam para o posicionamento de um autor na rede determinam a sua localização no centro (1) ou periferia (2) da rede e que há diferença entre o conjunto de medidas dos grupos (H3). Dessa forma, estabelece-se a terceira hipótese de pesquisa H3:

H3: Não existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de autores centrais e periféricos.

As hipóteses formuladas anteriormente, a partir do referencial teórico da pesquisa foram testadas com base em métricas de natureza quantitativa, pautando-se na seguinte sequência: coeficiente de correlação não-paramétrica de *Spearman*, regressão linear e teste de hipóteses de *Kruskal-Wallis*, *Mann-Whitney* e Qui-quadrado.

4. Apresentação e Análise dos Resultados

Com base na categorização e organização das informações extraídas dos 495 artigos buscou-se apresentar um mapeamento inicial genérico sobre o estudo de gestão de operações sustentáveis a fim de analisar oportunidades para futuras pesquisas e tendências entre os pesquisadores e a influência dos relacionamentos entre os autores na formação e estabelecimento do tema da sustentabilidade ao longo dos anos nos estudos da Gestão de Operações.

Um primeiro dado relevante se caracteriza no fato do crescimento no número de artigos publicados sobre o tema Figura 2.

Figura 2 - Evolução dos Artigos Publicados

O aumento das publicações pode ser atribuído, principalmente, à evolução das discussões sobre os aspectos da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, ambientais, da cadeia-de-suprimentos e da responsabilidade social corporativa na gestão das operações das empresas. O levantamento das palavras-chave corrobora com esse pressuposto (Tabela 2).

Tabela 2 - Principais Palavras Chaves

Keywords	Ocorrências
Sustainable Development	113
Environmental Management	111
Supply Chain Management	87
Sustainability	57
Corporate Social Responsibility	49

Por meio da análise dos artigos é possível constatar uma forte relação entre as palavras apresentadas na Tabela 2, sendo que: *sustainable development* está constantemente associada com *environmental management*; *supply chain management* está associada tanto a *environmental management* quanto a *corporate social responsibility*; *sustainability* and *corporate social responsibility* estão ambas ligadas frequentemente a *supply chain management*.

Esses resultados corroboram com os estudos de Taylor e Taylor (2009) sobre a força dos estudos de *supply chain* no campo da Gestão de Operações e também com os de Seuring e Muller (2008), que realizaram uma revisão da literatura sobre o tema *sustainable supply chain management*.

A perspectiva ambiental está fortemente presente nos artigos sobre *sustainable supply chain* e esse fator podem estar ligado à forte pressão mundial caracterizada pelas demandas legais, dos consumidores e de resposta aos demais *stakeholders* (SEURING; MULLER, 2008).

Verifica-se também que algumas teorias têm sido atreladas aos estudos da sustentabilidade na G.O, como por exemplo, o *Life Cycle Assessment* (LCA), *Sustainable Manufacturing*, *Corporate Social Responsibility* (CSR), *Environmental Management* e o *Cradle to Cradle*. Validando, assim, os resultados de Pilkington e Meredith (2009) que concluíram que o campo da G.O é dinâmico e utiliza-se de teorias de outros campos de estudo.

O último ano abrangido nesta pesquisa (2011) aponta a queda no número de publicações. Este evento pode indicar que a maioria dos autores focou seus esforços em temas específicos relacionados à sustentabilidade na G.O, deixando para trás generalidades comuns às fases iniciais das pesquisas científicas. No entanto, uma análise mais assertiva sobre essa queda na produção do campo só será possível no futuro.

Os 495 artigos apresentam 927 autores dos quais foi retirada uma amostra de 137, responsáveis pela produção de 397 artigos (80% do total produzido). A amostra foi selecionada com base na produção de pelo menos dois artigos relacionados ao tema e a rede formada pelos autores está graficamente representada na Figura 3.

Figura 3 - Representação da Rede Social de 137 Autores

Visualmente é possível identificar a formação de uma rede de autores dedicados ao campo e os autores com maior centralidade de grau (CD) pelo tamanho do nó. Entretanto, analisar visualmente a rede não é suficiente para afirmar que ela é muito ou pouco concentrada. Para Hatala (2006), a densidade da rede (nível de conexões da rede) pode ser calculada pela razão entre o número atual de conexões pelo total de conexões possíveis e representada pela equação $(L/(N(N-1)/2))$.

De acordo com Hanneman e Riddle (2005) uma rede com boa concentração apresenta valores de densidade a partir de 50%. Aplicando-se os valores $L=1587$ e $N=137$ chegou-se a concentração de 17%. Redes baixa densidade exercem pouco poder e pode indicar também conexões pobres da rede e entre os seus membros e isso pode impactar na troca de informações em um nível aceitável (HANNEMAN; RIDDLE, 2005; HATALA, 2006).

Com base na matriz de citação, conduziu-se a análise de classificação centro-periferia (*core-periphery*), que apontou 11 autores centrais (Tabela 3) e 126 autores periféricos.

Tabela 3 - Mapeamento dos Autores Centrais

Autor	Número de artigos	<i>degree</i>	<i>betweness</i>	<i>closeness</i>	<i>effsize</i>
Sarkis, J.	19	58.824	18.453	6.507	63.492
Zhu, Q.	12	44.853	17.989	2.760	45.550
Klassen, R.	7	56.618	18.378	7.953	64.436
Handfield, R.	6	46.324	18.013	3.442	49.309
Walton, S.	6	36.029	17.685	1.619	37.893
Lai, K.	5	17.647	17.000	0.243	15.403
Carter, C.	5	35.294	17.639	3.764	36.620
Melnyk, S.	5	52.206	18.133	5.417	58.112
Geng, Y.	4	28.676	17.325	1.360	27.668
Sroufe, R.	4	57.353	18.329	8.157	65.302
Calantone, R.	2	30.147	17.325	1.259	33.213

A classificação centro-periferia foi utilizada como critério nas análises estatísticas, para identificar diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de autores. Os resultados apontam autores influentes na rede (citações) e verifica-se que alguns autores, apesar de apresentarem um número menor de artigos publicados sobre o tema, possuem um grau de centralidade mais alto. Pode-se citar como exemplo o autor Roger J. Calantone, que com apenas 2 artigos no conjunto selecionado é considerado relevante pelos demais autores da rede, sendo citado cerca de 142 vezes pelos demais autores da rede amostral.

Ainda com base no mapeamento dos autores centrais, os artigos de Roger Calantone foram produzidos em parceria com outros autores considerados centrais na rede como Robert Handfield e Steven Melnyk em 2001 e 2008, ambos publicados no periódico *IEEE Transactions on Engineering Management*, dedicado a estudos que unem teoria e prática em engenharia e inovações em gestão (IEEE, 2012).

De acordo com Filipini (1997) a G.O é uma disciplina aplicada, que se desenvolve buscando solucionar questões que surgem na indústria ou no setor de serviços. Essa informação é corroborada pela análise dos tipos de métodos utilizados nas pesquisas, que destacam a aplicação de estudos de caso (92 ocorrências). De acordo com Miguel (2007, p.217), os estudos de caso contribuem para o "[...] desenvolvimento de nova teoria e de aumentar o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos [...]".

4.1. Estimação e Análise dos Testes Estatísticos

Os dados obtidos com a análise de redes sociais foram submetidos a análises estatísticas apoiadas pelo software SPSS 17, a fim de corroborar para a verificação das hipóteses apresentadas anteriormente.

O teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) apontou que a hipótese nula de normalidade foi rejeitada, onde a percentagem das variáveis de rede examinadas apresentaram as seguintes estimativas para essa estatística: produção $D(135) = 0,32$, $*p < 0,05$; *degree* $D(135) = 0,12$, $*p < 0,05$; *closeness* $D(135) = 0,32$, $*p < 0,05$; *betweness* $D(135) = 0,31$, $*p < 0,05$; e, *effsize* $D(135) = 0,13$, $*p < 0,05$.

Posteriormente, foi estimado o grau de associação de *Spearman* (indicado para dados não paramétricos) entre as variáveis a fim de verificar se as medidas de rede estão estatisticamente associadas com a produção, ou seja, se variam conjuntamente conforme enuncia a hipótese H1.

Tabela 4 – Estimativas dos Coeficientes de Correlação de *Spearman*

Correlations					
	Produção	<i>Degree</i>	<i>Closeness</i>	<i>Betweness</i>	<i>Effsize</i>

Spearman rho	Produção	Correlation Coef.	1	0,621**	0,542**	0,457**	0,621**
		Sig.(2-tailed)		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		N	137	137	137	135	137
	Degree	Correlation Coef.	0,621**	1	0,914**	0,700**	0,995**
		Sig.(2-tailed)	0,0000		0,0000	0,0000	0,0000
		N	137	137	137	135	137
	Closeness	Correlation Coef.	0,542**	0,914**	1	0,581**	0,908**
		Sig.(2-tailed)	0,0000	0,0000		0,0000	0,0000
		N	137	137	137	135	137
	Betwensess	Correlation Coef.	0,457**	0,700**	0,581**	1	0,707**
		Sig.(2-tailed)	0,0000	0,0000	0,0000		0,0000
		N	135	135	135	135	135
	Effsize	Correlation Coef.	0,621**	0,995**	0,908**	0,707**	1
		Sig.(2-tailed)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
		N	137	137	137	135	137

Nota: ** Correlation is significant the 0,01 level (2-tailed)

De acordo com os resultados estimados, deve-se rejeitar a hipótese H1, isto é, existe associação positiva e estatisticamente significativa entre as medidas da rede e a produção dos autores, considerando valor de significância de 5% ($p < 0,05$), tal como pode ser visualizado na Tabela 4.

Após a estimativa dos coeficientes de correlação de *Spearman* foi realizada a estimativa das regressões lineares visando prever um resultado a partir das variáveis independentes. Com isso, buscou-se verificar se as medidas de centralidade podem ser utilizadas como um critério de explicação da variável dependente produção.

Para avaliar a presença ou não de multicolinearidade utilizou-se como base o resultado da Tolerância ($1/VIF$) e do próprio Fator de Inflação da Variância (VIF). Caso o valor da tolerância estimada seja abaixo da relação $1-R^2$ ou caso o valor do VIF seja maior do que 10, então é sinal que existe algum problema de multicolinearidade (LEECH *et al.*, 2005).

Verifica-se que a variável *effsize* é a que melhor explica a variação da produção dos autores, cujo coeficiente de explicação foi igual a 0,42% ($R^2 = 0,42\%$). As variáveis *closeness* e *betwensess* não foram consideradas estatisticamente significativas, ou seja, o valor do coeficiente de explicação não foi significativo nos dois primeiros modelos e, por isso, foram excluídas, a variável *degree* apresentou significância, porém, os resultados do VIF apontavam problema de multicolinearidade com a variável *effsize*, que conforme verificado no terceiro modelo analisado apresentou os resultados mais adequados ao modelo, tal como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Estimação dos Modelos de Regressão Linear.

Modelo 1: $R^2 = 0,491$; R^2 Ajustado = 0,475; $F = 31,365$. (*) $p < 0,05$.						
Variáveis	Parâmetros	Erro Padrão	t-student	Sig.	VIF	Tolerância
Constante	2	0,737	3,180	0,002*	-	-
<i>Effsize</i>	-0,296	0,111	-2,666	0,009*	140,333	0,007
<i>Closeness</i>	-0,73	0,50	-1,444	0,151*	1,312	0,762
<i>betwensess</i>	0,260	0,148	1,759	0,081*	2,810	0,356
<i>Degree</i>	0,421	0,121	3,468	0,001*	137,333	0,007
Modelo 2: $R^2 = 0,444$; R^2 Ajustado = 0,431; $F = 34,874$. (*) $p < 0,05$.						
Variáveis	Parâmetros	Erro Padrão	t-student	Sig.	VIF	Tolerância
Constante	2,122	0,764	2,777	0,006*	-	-
<i>Effsize</i>	0,85	0,18	4,838	0,000*	1,303	0,310
<i>Closeness</i>	-0,44	0,52	-0,845	0,400*	1,312	0,784
<i>Betwensess</i>	0,280	0,153	1,361	0,176*	2,810	0,360
Modelo 3: $R^2 = 0,426$; R^2 Ajustado = 0,422; $F = 100,37$. (*) $p < 0,05$.						
Variáveis	Parâmetros	Erro Padrão	t-student	Sig.	VIF	Tolerância
Constante	1,364	0,200	6,808	0,000*	-	-
<i>Effsize</i>	0,97	0,010	10,018	0,000*	1,000	1,000

Nesse sentido, os resultados evidenciados na Tabela 5 mostram a existência do posicionamento de autores na rede, no caso da eficiência dos buracos estruturais, tendo uma forte relação com a produção dos autores, o que leva a conclusão de que a hipótese H2 foi corroborada, isto é, o tipo de posicionamento na rede, representado pelas medidas de centralidade, possui relacionamento estatisticamente significativo com a produção de cada autor.

Posteriormente, procurou-se averiguar a terceira hipótese H3 que apregoa não existir diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de autores centrais e periféricos. Para isso, aplicaram-se os testes de hipóteses *Kruskal-Wallis* e *Mann-Whitney*.

As estimativas dispostas na Tabela 6 mostram os resultados do teste de hipóteses *Kruskal-Wallis*.

Tabela 6 - Estimativa do Teste de Hipóteses de *Kruskal-Wallis*

	Produção	<i>Degree</i>	<i>Closeness</i>	<i>Betweness</i>	<i>Effsize</i>
Chi-Square	26.485	26.720	25.927	24.969	24.899
Df	1	1	1	1	1
Asymp. Sig.	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

Pautando-se nos resultados dispostos na Tabela 6, verificou-se a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as medidas do centro e periferia da rede. Neste caso, a hipótese H3 deve ser refutada em favor da hipótese alternativa, considerando um nível de significância de 5%.

Visando avaliar o ranqueamento dos postos a partir da categorização centro-periferia, os resultados do teste de hipóteses de *Mann-Whitney* para análise da rede podem ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 - Estimativa do Teste de Hipóteses de *Mann-Whitney*

	Produção	<i>Degree</i>	<i>Closeness</i>	<i>Betweness</i>	<i>Effsize</i>
Mann-Whitney U	126.500	41.000	99.000	146.000	63.500
Wilcoxon W	8127.500	8042.000	8100.000	7896.000	8064.500
Z	-5.146	-5.169	-5.092	-4.997	-4.990
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

a. Grouping Variable: partition; *p < 0,05.

Com base nas estimativas dispostas na Tabela 7 para o teste de hipóteses de *Mann-Whitney*, percebe-se que a categorização dos autores centro-periferia extraída pela análise de rede é válida, ou seja, existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos (centro-periferia), considerando um nível de significância de 5%. As estimativas das estatísticas do Qui-quadrado para a mesma avaliação (autores do centro-periferia) pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8 - Estimativa do Teste de Hipóteses do Qui-Quadrado

		Produção	<i>Degree</i>	<i>Closeness</i>	<i>Betweness</i>	<i>Effsize</i>
1.00	Chi-Square	2.364	0.818	2.273	1.364	0.000
	Df	6	9	1	7	10
	Asymp. Sig.	0.883*	1.000*	0.132*	0.987*	1.000*
2.00	Chi-Square	183.127	46.222	245.810	194.710	47.238
	Df	4	30	7	4	33
	Asymp. Sig.	0.000*	0.030*	0.000*	0.000*	0.052*

Os resultados do teste de hipóteses do Qui-quadrado dispostos na Tabela 8 constatou que no grupo de autores centrais, as variáveis não encontram-se associadas, levando-se em conta um nível de significância estatística de 5%. Por outro lado, é perceptível que no grupo de autores periféricos, somente a variável *Degree* para essa mesma estatística não apresenta um grau de associação estatisticamente significativa ao considerar a mesma significância.

5. Discussão dos Resultados

Os resultados apresentados representam a primeira etapa de um conjunto de esforços para o mapeamento da inserção das diretrizes da sustentabilidade no campo da gestão de operações e demonstram que o tema vem ganhando espaço no campo de estudos da G.O e que uma comunidade de autores vem sendo formada.

Apesar do estudo estar limitado à análise de um conjunto limitado de artigos, com base nos critérios de Revisão Sistemática de Literatura, a amostra pode ser considerada robusta por serem artigos extraídos de relevantes bases de dados ligados ao campo da G.O e dos principais periódicos dedicados ao campo e áreas relacionadas. A amostra de autores também é válida, por meio de sua produção correspondente na amostra total.

O crescimento no número de artigos publicados confirmam que o tema tem despertado cada vez mais interesse dos pesquisadores e uma das causas desse aumento pode estar relacionada às fortes pressões que as organizações estão enfrentando cada vez mais por parte das regulamentações e das pressões dos seus públicos de interesse para condução de negócios em acordo com os critérios do desenvolvimento sustentável.

Apesar do aumento do número de artigos, a rede analisada apresenta baixa densidade no relacionamento dos autores, resultado que atrelado ao conjunto de autores centrais identificados visualmente na rede e confirmado pelas análises de centro-periferia e teste de hipóteses do Qui-Quadrado, que apontam que o conhecimento tem sido construído de forma mais intensa nos relacionamentos estabelecidos por um grupo de autores considerados mais influentes, entre eles os cinco autores com maior centralidade de grau: Joseph Sarkis, Robert Klassen, Steven Melnyk, Robert Sroufe, Robert Handfield, Qinghua Zhu.

Os autores centrais apresentam resultados significativos em medidas consideradas relevantes para o estudo. É possível ver um número maior de conexões e influência na rede (*degree*) e estão sendo consideradas como "pontos de referência" (*closeness*), concretizado pelas citações. Estes grupo central tem uma posição estruturalmente mais favorecida para conectar outros autores e intermediando parcerias (*betweness*), além de estar em uma melhor posição para criar novos conceitos e teorias, porque eles têm acesso a diversos fluxos de informações (*effsize*).

Os testes estatísticos de correlação atestam que o posicionamento obtido por um autor na rede influenciam a sua produção e reforçam que autores com maior número de laços não-redundantes (*effsize* - buracos estruturais) também podem ser mais produtivos, pois, de acordo com Burt (1992) apresentam maior probabilidade de acesso a uma nova idéia, intermediando o fluxo de informações entre outros autores e além de poder controlar os projetos oriundos da união dos lados opostos intermediados por ele.

Dessa forma, autores com elevados índices de *effsize*, que sejam eficientes em explorar os buracos estruturais da rede em novas colaborações e produções podem contribuir para o aumento da densidade na rede e, assim, contribuir para o enriquecimento das conexões/relacionamentos da rede e entre os seus membros, contribuindo efetivamente com a evolução qualitativa e abrangente dos estudos sobre o tema da sustentabilidade inserida na gestão de operações.

6. Considerações Finais

Com base nos resultados obtidos neste estudo preliminar verifica-se que os estudos bibliométricos podem ser utilizados para mapear e avaliar o referencial teórico de relevância acadêmica alinhada ao contexto da Sustentabilidade no campo da Gestão de Operações.

Ao longo de sua evolução, o campo de estudos da gestão de operações vem estabelecendo como uma de suas principais características a abordagem prática dos conhecimentos gerados e a demanda por produtos, processos e operações mais sustentáveis representam uma grande oportunidade para o campo e seus pesquisadores agregarem uma nova perspectiva ao campo da G.O.

Com base na análise dos artigos é possível identificar o desenvolvimento e a evolução na formação de uma comunidade dedicada a pesquisar a inserção dos aspectos do desenvolvimento sustentável nas operações, principalmente a cerca nas áreas de *supply chain management*, *environmental management* e *corporate social responsibility*.

A evolução do número de estudos em áreas consideradas relevantes para o campo, como o tema *supply chain management*, reforça a tendência de que as pesquisas em G.O caminham para questões mais estratégicas e contemporâneas para as organizações e isso têm contribuído para o estabelecimento da Gestão de Operações como uma disciplina relevante.

Ressalta-se que, este estudo se limitou à análise de artigos de periódicos publicados entre 1995-2011, não levando em consideração outros documentos relevantes das bases de dados pesquisados ou publicações, tais como teses, dissertações, ou mesmo anais de eventos que discutem a temática pesquisada. Também não foram considerados aspectos relacionados à natureza dos relacionamentos e citações, tais como: parceiras entre orientadores e orientandos ou pesquisadores do mesmo programa de pós-graduação, pesquisadores de renome, prestígio dos pesquisadores mais velhos, entre outros.

Este levantamento inicial também cria oportunidades para pesquisas futuras sobre o tema, incluindo aprofundamentos de como teoria e prática podem ser conciliadas para gerar modelos estratégicos para a gestão de operações sustentável.

Referências

BAYRAKTAR, E., JOTHISHANKAR, M.C., TATOGLU, E., WU, T. Evolution of operations management: past, present and future. *Management Research News*, v.30, n.11, p.843-71, 2007.

BURT, S.R. *Structural holes: the social structure of competition*. Cambridge, MA London: Harvard University, 1992.

CABEZAS, H., PAWLOWSKI, C.W., MAYER, A.L., HOAGLAND, N.T. Sustainability: ecological, social, economic, technological and systems perspectives. *Environmental Protection*, v.5, n. 1, p167-180, 2003.

CONFORTO, E.C., AMARAL, D.C., SILVA, S.L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: 8o. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO - CBGDP, Porto Alegre, RS, 2011.

ELKINGTON, J. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. Capstone, Oxford, 1997.

FIELD, A. *Descobrendo a Estatística Usando o SPSS*. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAYES, R.H, WHEELWRIGHT, S.C. *Restoring our competitive edge: competing thought manufacturing*. New York: John Wiley, 1984.

HUTCHINS, M., SUTHERLAND, J. An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. *Journal of Cleaner Production*, v.16, n.15, p.1688-1698, 2008.

GARFIELD, E. *Citation indexing – Its theory and application in science, technology and humanity*. Institute of Scientific Information, ISI Press Philadelphia, 1997.

GAVRONSKI, I., FERRER, G., PAIVA, E. ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefits. *Journal of Cleaner Production*, v.16, n.1, p.87-94.

GLÄNZEL, W. An introduction to principle differences between citations and citation links. A methodological and mathematical approach. In: 6TH NORDIC WORKSHOP ON BIBLIOMETRIC. Available at: < <http://www.umu.se/inforsk/6thNordicBibliometric.htm>>.

G.OLD, S., SEURING, S., BESKE, P. Sustainable supply chain management and inter-organizational resources: a literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, v.17, n.4, p.230-245, 2010.

GUARIDO FILHO, E.R., MACHADO-DA-SILVA, C.L., ROSSONI, L. The social and intellectual dimensions in the construction of scientific knowledge: the institutional theory in organizations studies in Brazil. *Brazilian Administration Review*, v.7, n.2, p.136-154, 2010.

- GUNGOR, A., GUPTA, S. Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers and Industrial Engineering*. v.36, n.4, p.811-853, 1999.
- GUPTA, M. Environmental management and its impact on the operations function. *International Journal of Operations & Production Management*, v.15, n.8, p.34-51, 1995.
- GUTBERLET, J. Sustainability: a new paradigm for industrial production. *International Journal of sustainability in higher education*, v.1, n.3, p.225-236, 2000.
- HANNEMAN, R. A, RIDDLE, M. Introduction to social network methods. Riverside: University of California. Disponível em: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>.
- HART, S.L. A natural resource based view of the firm. *The Academy of Management Review*, v.20, n.4, p.986-1014, 1995.
- HATALA, J.P. Social Analysis in human resource development: a new methodology. *Human Resource Development Review*, v.5, n.1, p.49-71, 2006.
- HUTCHINS, M., SUTHERLAND, J. An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. *Journal of Cleaner Production*, v.16, n.15, p.1688-1698, 2008.
- IEEE Transactions on Engineering Management. Disponível em: <http://iee-tem.uark.edu/>.
- ILGIN, M., GUPTA, S. Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): A review of the state of the art. *Journal of Environmental Management*, v.91, n.3, p.563-91, 2010.
- KLEINDORFER, P.R., SINGHAL, K., VAN WASSENHOVE, L.N. Sustainable Operations Management. *Production and Operations Management*, v.14, n.4, p.482-492, 2005.
- KLEINBERG, J., SURI, S., TARDOS, E., WEXLER, T. Strategic network formation with structural holes. *ACM SIGecom Exchanges*, v.7, n.3, 2008.
- KRAJNC, D., GLAVIC, P. How to compare Companies on relevant dimensions of sustainability. *Ecological Economics*, v.55, n.4, p.551-563, 2005.
- LABUSCHAGNE, C., Brent, A.C., van Erck, R.P.G. Assessing the sustainability performances of industries. *Journal of Cleaner Production*, v.13, n.4, p.373-385, 2005.
- LEECH, N., BARRET, K., MORGAN, G.A. SPSS for intermediate statistics: use and interpretation. 2e. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.
- LEIDESDORFF, L. Scientific communication and cognitive codification: social systems theory and the sociology of scientific knowledge. *European Journal of Social Theory*, v.10, n.3, p.1-22, 2007.
- LEVY, Y., ELLIS, T.J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. *Informing Science Journal*, v.9, p.181-212, 2006.
- MCINTIRE, J.S. The clothing and textile research base: an author cocitation study. Master Degree dissertation. Faculty of the Graduate School, University of Missouri, 2006.
- MEBRATU, D. Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environmental impact assessment review*, v.18, n.6, p.493-520, 1998.
- MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J., BEHRENS, W.W. The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. Earth Island Limited. London, 1972.
- MIGUEL, P.A.C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, v.17, n.1, p.216-229, 2007.

PINHEIRO DE LIMA, E., COSTA, S.E.G., BAHR, A.B. Desenvolvimento de um marco conceitual para a gestão estratégica de operações baseada em princípios da responsabilidade social corporativa. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/enegep2008>>.

PITELIS, C.N., VASILAROS, V. The determinants of value and wealth creation at the firm, industry, and national levels: A conceptual framework and evidence. *Journal Contributions to Political Economy*, v.29, n.1, p.33-58, 2010.

PLATTS, K.W. Strategies for sustainable manufacturing. In: INTERNATIONAL CONFERENCE O INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT – ICIEOM 2007, Plenary Lecturer, Foz do Iguazu, Brazil, 2007.

PILKINGTON, A., LISTON-HEYES, C. Is production and operations management a discipline? A citation/co-citation study. *International Journal of Operations and Production Management*, v.19, p.7–20, 1999.

PILKINGTON, A., FITZGERALD, R. Operations management themes, concepts and relationships: a forward retrospective of the IJOPM. *International Journal of Operations and Production Management*, v.26, n.11, p.1255–1275, 2006.

PILKINGTON, A., MEREDITH, J. The evolution of the intellectual structure of operations management –1980–2006: a citation/co-citation analysis. *Journal of Operations Management*, v.27, n.3, p.185-202, 2009.

PINHEIRO, L.V., SILVA, E.L. As redes cognitivas na ciência da informação brasileira: um estudo nos artigos científicos publicados nos periódicos da área. *Ciência da Informação*, v.37, n.3, p.38-50, 2008.

PORTER, M.E., KRAMER, M.R. The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, v.84, n.12, p.1-14, 2006.

PORTER, M.E., van der LINDE, C. Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review*, Boston, v.73, n.5, p.120-134, 1995.

POWELL, W.W., WHITE, D.R., KOPUT, K. W., OWEN-SMITH, J. Network dynamics and field evolution: the growth of interorganizational collaboration in the life sciences. *American Journal of Sociology*, v.110, n.4, p.1132-1205, 2005.

ROSSONI, L., GUARIDO, E. Cooperação interinstitucional no campo da pesquisa em estratégia. *Revista de Administração de Empresas*, v.47, n.4, p.74-88, 2007.

ROSSONI, L., HOCAYEN-DA-SILVA, A.J. Cooperação entre pesquisadores da área de administração da informação: evidências estruturais de fragmentação das relações no campo científico. *Revista de Administração*, v.43, n.2, p.138-151, 2008.

SELIGER, G. Sustainability in manufacturing, recovery of resources in product and material cycles. Springer: New York, 2007.

SEURING, S., MULLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, v.16, n.15, p.1699-1710, 2008.

SILVA, C.L.; MENDES, J.T.G. (Orgs). Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável: agentes e interações sob a ótica multidisciplinar. Petrópolis: Vozes, 2005.

SOWER, V., MOTWANI, J., SAVOIE, M. Classics in production and operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v.17, n.1, p.15-28, 1997.

SPRAGUE, L. Evolution of the field of operations management. *Journal of Operations Management*, v.25, n.2, p.219-238, 2007.

TAYLOR, A., TAYLOR, M. Operations management research: contemporary themes, trends and potential future directions. *International Journal of Operations & Production Management*, v.29, n.12, p.1316-1340, 2009.

THE MENDELEY SUPPORTING TEAM. Getting Started with Mendeley, London: Mendeley Ltd.; 2010:1-14. Accessed in:< www.mendeley.com>, 2011.

UCINET. Analytic Technologies. Disponível em: <<http://www.analytictech.com>>. Acesso em 20/06/2011.

UEDA, K., TAKENAKA, T., VÁNCZ, J., MONOSTORI, L. Value creation and decision-making in sustainable society. CIRP Annals - Manufacturing Technology, v.58, n.2, p.681-700, 2009.

UNEP. United Nations Environment Programme. Sustainability and Life Cycle Thinking: a business guide to sustainability, 2007.

VAN RAAN, A.F.J., VAN LEEUWEN, A.N. Assessment of the scientific basis of interdisciplinary, applied research: application of bibliometric methods in nutrition and food research. Research Policy, v.31, n.4, p.611-632, 2002.

VELEVA, V., ELLENBECKER, M. Indicators of sustainable production: framework and methodology. Journal of Cleaner Production, v.9, n.6, p.519-549.

VELEVA, V., HART, M., GREINER, T., CRUMBLEY, C. Indicators of sustainable production. Journal of Cleaner Production, v.9, n.5, p.447-452, 2001.

WASSERMAN, S., FAUST, K. Social Network Analysis: Methods and Applications, Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

WCED - World Commission on Environment and Development. Our Common Future, Oxford University Press, Oxford, 1987.

WEBSTER, J., WATSON, J.T. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. MIS Quarterly & The Society for Information Management, v.26, n.2, p.13-23, 2002.

WESTKAMPER, E.; ALTING, L.; ARNDT, G. Life Cycle Management and Assessment: approaches and Visions Towards Sustainable Manufacturing (keynote paper). CIRP Annals - Manufacturing Technology, v.49, n.2, p.501-526, 2000.

WHITE, D. R., OWEN-SMITH, J., MOODY, J., POWELL, W.W. Networks. Fields and Organizations: micro-dynamics, scale and cohesive embeddings. Computational & Mathematical Organization Theory, v.10, p.95-117, 2004.

WILKINSON, A., HILL, M., GOLLAN, P. The sustainability debate. International Journal of Operations & Production Management, v.2, n.12, p.1492-1502, 2001.