

EMISSÃO DE CARBONO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA E COMPARAÇÃO ENTRE PAÍSES

Eduarda Dutra de Souza (UFSC) eduardadutradesouza@gmail.com

Gabriela Hammes (UFSC) gabihammes15@gmail.com

Carlos Manuel Taboada Rodriguez (UFSC) carlos.taboada@ufsc.br

Resumo

A busca por soluções verdes na cadeia de suprimentos ganhou enfoque no mundo empresarial atual. A busca por sua implementação apresenta diversos cenários e tem como uma das suas preocupações ambientais as emissões de gases do efeito estufa (GEE). Este presente artigo busca compreender o cenário atual das publicações científicas sobre emissões na cadeia de suprimentos com intuito de identificar métodos utilizados, campos de estudos e países. Desenvolveu-se uma análise teórica das emissões por tonelada nos continentes. Por fim, elaboraram-se discussões sobre o assunto e oportunidades de pesquisa sobre o tema.

Palavras-Chaves: Cadeia de suprimentos; Emissões de gases; CO₂.

1. Introdução

A população mundial começou, por volta dos anos 80, a valorizar as questões ambientais com intuito de preservar o meio ambiente (RODRIGUE; SLACK; COMTOIS, 2001). Historicamente, o estudo e a gestão da poluição industrial tem sido um problema crítico para a sociedade (SARKIS; ZHU; LAI; 2011) gerando uma maior preocupação para aplicar práticas verdes nas cadeias de suprimento.

As soluções verdes estão inseridas dentro do *Green Supply Chain Management* (GSCM – gerenciamento da cadeia de suprimentos verde). Essa gestão é uma integração do pensamento da cadeia de suprimentos, incluindo o design do produto, o fornecimento e a seleção dos materiais que serão utilizados na produção do produto, além da entrega do mesmo aos consumidores e bem como o gerenciamento do fim da vida após seu encerramento da vida útil (SRIVASTAVA; 2007).

A preocupação ambiental é pautada em seis principais problemas da sustentabilidade: o desmatamento, a perda de biodiversidade, o crescimento da população, a pobreza, a escassez de água potável e as mudanças climáticas (SCHALTEGGER; CSUTORA, 2012). Atualmente, o aquecimento global, as mudanças climáticas e poluição do ar são problemas

causados principalmente pelas emissões de dióxido de carbono, onde a eficiência energética desempenha um papel dominante na redução dessas emissões junto com a construção civil e comercialização de veículos (WORRELL et al, 2001).

Para compreender o cenário atual, investigaram-se as emissões, principalmente de CO₂, nos países considerados emergentes que hoje são os maiores emissores de CO₂ do mundo (CASTRO, 2017). Isto é, essas preocupações influenciam diretamente nas cadeias de suprimentos das organizações por meio do esgotamento dos recursos naturais, as mudanças climáticas, legislação e exigências dos clientes para alcançar objetivos sustentáveis, onde a redução dos gases do efeito estufa estuda uma forma de minimizar os impactos ambientais das atividades de logística (GARCÍA-ALVARADO et al., 2016). Devido a isso, esse presente artigo busca compreender o cenário científico de publicação da redução das emissões na cadeia de suprimentos e é dividido em cinco sessões: (I) introdução, (II) método, (III) análise descritiva, (IV) discussões e (V) conclusão.

2. Método

A revisão de literatura é uma abordagem que contribui para o fortalecimento da base para qualquer pesquisa e possui como objetivo a identificação e avaliação sistemática do conhecimento pertinente sobre um assunto de pesquisa específico (FINK, 2005). Isto é, a utilização desse método possibilita investigar o conhecimento já existente e identificar possíveis lacunas de pesquisa (MAY; STAHL; TAISCH; KIRISTIS, 2016).

O objetivo dessa presente pesquisa é demonstrar o estado atual de pesquisas a respeito da emissão de carbono na cadeia de suprimentos e a identificação de oportunidades de pesquisa futura. Nesse contexto, seguimos o processo sistemático de análise de conteúdo em quatro etapas principais propostas por Mayring (2010).

A primeira etapa aborda a coleta de matérias a serem analisadas, delimitados e definidos para a análise. A segunda é denominada como análise descritiva que define as características formais de avaliação do material. O passo seguinte é responsável pela seleção das categorias que engloba a definição dos principais tópicos a serem analisados e classificar o material de acordo com a sua categoria de estudo. Por fim, a quarta etapa apresenta a avaliação do material que é a análise de acordo com as categorias defendidas na etapa anterior.

A primeira etapa realizada em uma revisão de literatura é a coleta de materiais. Ela é considerada como primordial, por ser responsável pela seleção de documentos relevantes e

segue um processo sequencial de seleção de banco de dados, critérios de inclusão e exclusão e finalizada com a pesquisa de artigos relevantes (ANSARI; KANT, 2017).

A base de dados escolhida nesse presente artigo é a plataforma *SCOPUS* devido à extensa cobertura de artigos científicos e apresentar o maior retorno de publicações do tema em estudo. Os critérios de inclusão foram todos os artigos em inglês publicados sobre o assunto e em todas as áreas de conhecimento que possuam foco nas questões de emissão de carbono na cadeia de suprimentos. Por sua vez, os critérios de exclusão englobaram todos os documentos que não possuem formatação de artigo científico publicado em periódicos. Assim como aqueles que não abordam o tema da pesquisa como foco do seu trabalho.

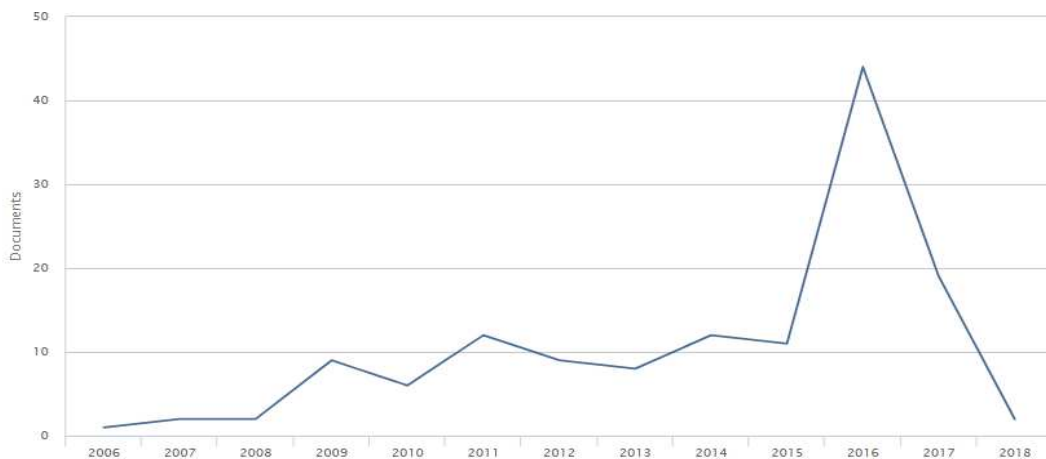
Para identificar as pesquisas relevantes utilizou-se uma fórmula com os termos usualmente utilizados sobre o tema: ("*supply chain management*" AND "*gas emission*" OR "*CO2 emission*" OR "*greenhouse*"). A plataforma *SCOPUS* apresentou um resultado de 137 artigos em inglês que apresentam esses termos no título, resumo e palavras-chaves.

Além disso, utilizou-se o site "*The carbon map*", que demonstra o mapa de emissões mundiais, para complementar as discussões referente as análises da revisão de literatura. Assim como o *software VOSviewer* que auxiliou nas análises dos conteúdos abordados nos 137 artigos selecionados e o banco de dados do "*The World Bank*" que realiza uma pesquisa mundial anual sobre emissão de carbono.

3. Análise descritiva

Nessa seção, os artigos resultantes da etapa anterior são revisados em diversas dimensões proporcionando a elaboração de tabelas e figuras que apontam os resultados ao longo de cada categoria. A primeira análise realizada é das publicações dos artigos ao decorrer dos anos, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Evolução anual



Fonte: Própria dos autores

Percebe-se que no ano de 2016 ocorreu um pico de publicações referentes ao assunto, totalizando 44 publicações, onde as palavras-chaves mais citadas neste período são: “*supply chain*”, “*greenhouse gas emission*”, “*industry ecology*” e “*wind energy*”. Em 2017, ocorreu um declínio, apenas 17 artigos foram publicados, a palavras-chaves mais frequentes neste caso são “*biomass*”, “*greenhouse gas*” e “*life cycle assement*”. Percebe-se que ocorreu uma diferenciação de foco dentre esses anos, o aumento no foco no ciclo de vida e biomassa. Por fim, o ano de 2018 já conta com total de 2 artigos a serem publicados, estes trabalham na linha de economia do carbono, controle de inventário e remanufatura. Não há repetição de palavras-chaves e nem área de estudo, apenas que as publicações ocorreram no *Journal of Clenear Production*.

Destaca-se ainda que a primeira publicação existente deste assunto é de 2006. Esse artigo aborda a área de motor híbrido do setor automobilístico com foco na redução de emissões de gases do efeito estufa.

Posterior analisou-se os locais onde os artigos foram publicados. Destacou-se o *Journal Energy* e o *Journal Of Cleaner Production* com 7% das publicações cada. Já as revistas *Applied Energy*, *Environmental Science and Technology*, *Resouces Conservations and Recycling* e *biomass and Bioenergy* apresentaram uma frequência de publicações superior a 5 artigos publicados. Esses periódicos apresentam concentração de 39% das publicações selecionadas, onde as revistas de maior acumulação (*Energy* e *Cleaner Production*) possuem um fator de impacto superior a 4,5. Analisando a frequência percebeu-se que 40% das publicações ocorreram em *Journals* que publicaram apenas um trabalho, conforme demonstrado no Quadro 1.

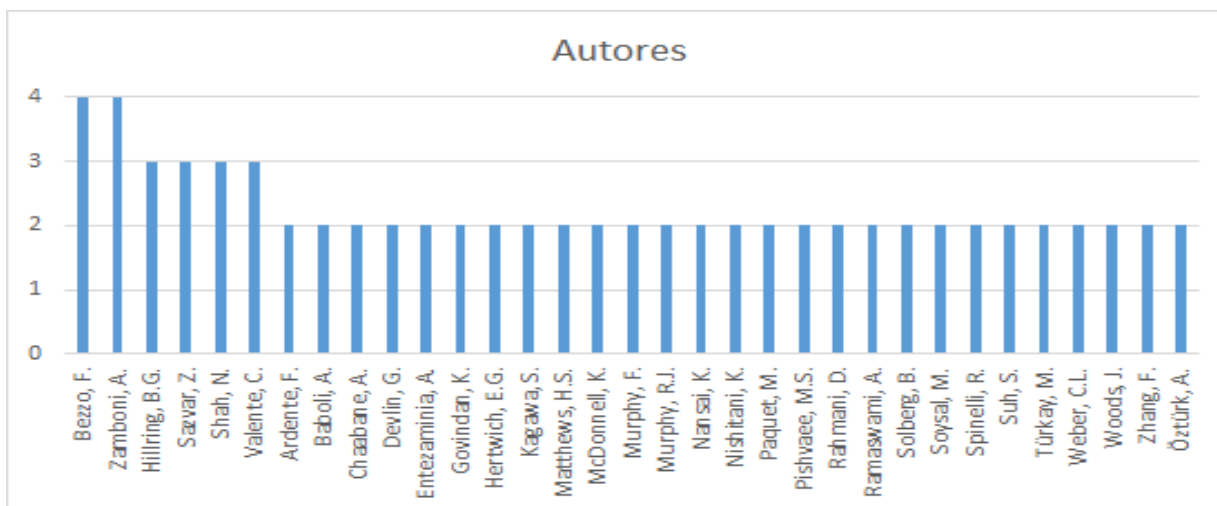
Quadro 1 - Local de publicação

<i>Journal</i>	Nº de publicações	Porcentagem
<i>Energy</i>	9	7%
<i>Journal Of Cleaner Production</i>	9	7%
<i>Applied Energy</i>	8	6%
<i>Environmental Science And Technology</i>	8	6%
<i>Resources Conservation And Recycling</i>	7	5%
<i>Biomass And Bioenergy</i>	6	4%
<i>Journal Of Industrial Ecology</i>	5	4%
<i>Environmental Research Letters</i>	3	2%
<i>International Journal Of Production Economics</i>	3	2%
<i>Journal Of Environmental Management</i>	3	2%
<i>Aiche Journal</i>	2	1%
<i>Benchmarking</i>	2	1%
<i>Energy And Fuels</i>	2	1%
<i>European Journal Of Operational Research</i>	2	1%
<i>Industrial And Engineering Chemistry Research</i>	2	1%
<i>International Journal Of Logistics Management</i>	2	1%
<i>International Journal Of Physical Distribution And Logistics Management</i>	2	1%
<i>Renewable Energy</i>	2	1%
<i>Scandinavian Journal Of Forest Research</i>	2	1%
<i>Journal's com apenas uma publicação</i>	53	40%
TOTAL	137	100%

Fonte: Própria dos autores

Analisando, por sua vez, os autores responsáveis por essas publicações, percebeu-se que 127 deles publicaram apenas uma vez sobre o tema. Os demais 32 autores apresentaram número superior a duas publicações, conforme demonstrado no Gráfico 1.

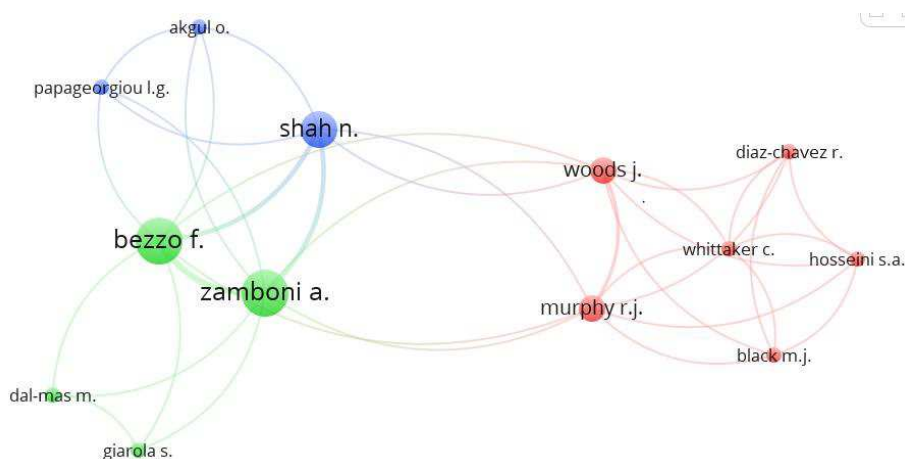
Gráfico 1 – Autores



Fonte: Própria dos autores

Entretanto diversos desses autores não publicam sozinhos, mas sim em sistema de coautoria de artigos. Para compreender melhor esse cenário utilizou-se o *software VOSviewer* para identificar a coautoria dos documentos, dividindo-os em *clusters*, isto é, cada cor define um grupo que possui similaridade na pesquisa enquanto as linhas demonstram que há artigos escritos em conjunto entre os dois elos da ponta. Isto é, Bezzo publicou trabalhos científicos com Zamboni que pertence ao mesmo *cluster* e com Shah que pertence a outro *cluster*. Essa análise é demonstrada na Figura 2.

Figura 2 - Co-autorias



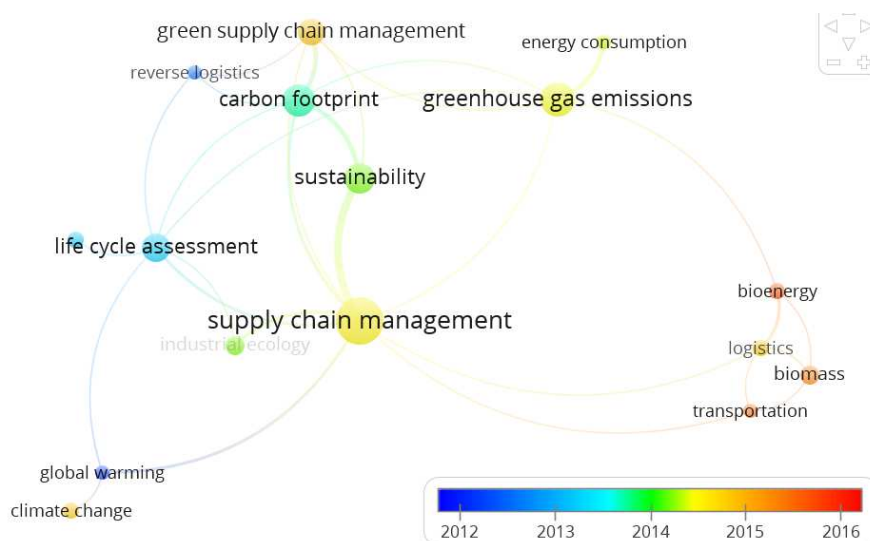
Fonte: Própria dos autores

Percebe-se que existem três grupos que trabalham em sintonia. O primeiro grupo, de coloração verde, representado pelos autores Bezzo e Zamboni, líderes em publicação na área, que abordam o tema de biocombustível, principalmente o bioetanol. Essas publicações datam do ano de 2009-2011 e ocorrem em conjunto com os pesquisadores representados pela cor

azul, que têm como foco a otimização e modelos matemáticos. Por fim, o último grupo estuda a avaliação do ciclo de vida, pegada de carbono e o bioetanol.

Os grupos de estudos também podem ser investigados por meio do uso das palavras-chaves. A Figura 3 apresenta a evolução do uso dessas palavras e aponta aquelas que são *hot topic* no assunto de Emissão de Carbono na Cadeia de Suprimentos.

Figura 3 - Palavras-chaves por ano



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Por volta do ano de 2012 até meados de 2013 estudou-se a logística reversa, aquecimento global e o ciclo de vida. Posterior veio o foco na sustentabilidade, pegada do carbono e indústria ecológica. No ano de 2015, a evidência dos estudos científicos eram problemas com clima, logística e cadeia de suprimento verde. Por fim, as pesquisas mais atuais focam na bioenergia, transporte, biomassa e os gases do efeito estufa. O Quadro 2 apresenta as principais palavras chaves utilizadas durante os anos de 2006-2018.

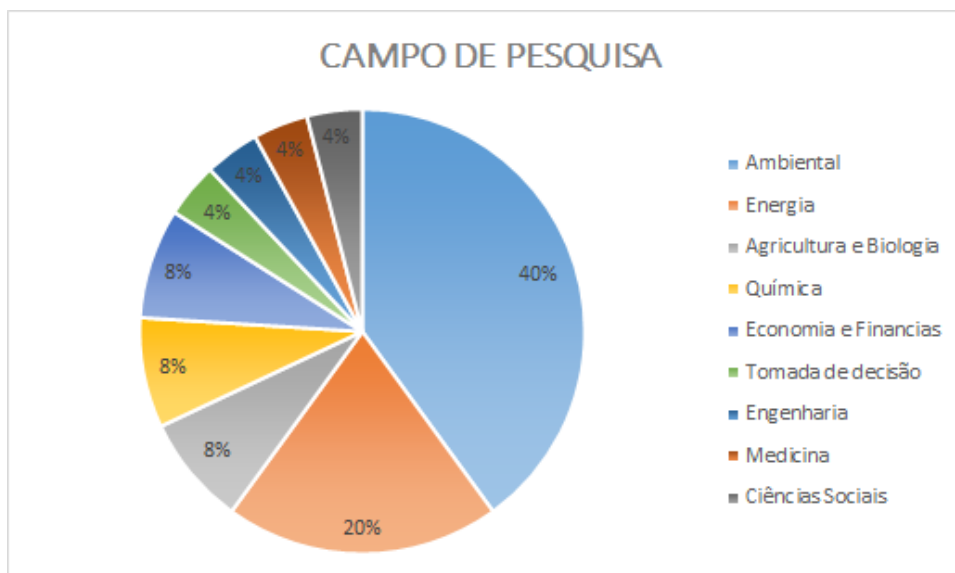
Quadro 2 - Repetições por palavra-chave

Palavras-chave	Número de repetições
<i>Supply Chain Management</i>	36
<i>Greenhouse gas emission</i>	18
<i>Life Cycle Assessment</i>	14
<i>Carbon Footprint</i>	13
<i>Greenhouse</i>	13
<i>Sustainability</i>	11
<i>Green Suply Chain Management</i>	11

Fonte: Própria dos autores

Não apenas as palavras-chaves apontam informações relevantes sobre a área de estudo, mas a área de publicação dos artigos também. O Gráfico 2 demonstra a concentração de artigos por campo de pesquisa.

Gráfico 2 - Campo de pesquisa



Fonte: Própria dos autores

O campo de pesquisa com maior destaque é o Ambiental com 40% do total de publicações, o que vai ao encontro das principais palavras-chaves utilizadas nos artigos analisados, como ciclo de vida, cadeia de suprimentos verde e emissão de gás. A segunda maior área de concentração (20%) confirma que a energia vem se tornando objeto de vários estudos, juntamente com a produção de gases do efeito estufa. Analisou-se também o enfoque de cada estudo, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Foco da pesquisa

Focos da pesquisa	Quantidade
Alimentos	20
GEE (emissões gases efeito estufa)	19
Etanol e Biocombustível	16
Biomassa	15
Cadeia de Suprimentos	15
Energia	12
Madeira	12
Logística e transporte	11
Empresas/Indústrias	6
Fabricação, deterioração e LCA	5
Urbano e Domicílio	5
Água e Solo	3
Contabilidade	3
Social e saúde	3
Varejista	3
Construção Civil	2
Embalagens	2
Alumínio	1
Bateria	1
Borracha	1
Livros	1
Plástico	1
Políticas	1
Terceirização	1
Têxtil	1

Fonte: Própria dos autores

Vale ressaltar que a soma das alternativas não fecha os 137 artigos devido a alguns artigos terem mais de um enfoque. A área de alimentos é a que apresentou maior número de estudos sobre emissões de carbono, seguido pelos gases do efeito estufa, etanol, biocombustível e biomassa. Isto é, cinquenta artigos focaram nas emissões de GEE (gases do efeito estufa) e em medidas de redução dessas emissões através de biomassa e biocombustíveis. Indo ao encontro aos três maiores campos de pesquisa apresentados que são Ambiental, Energia e Agricultura. Vale destacar que o aparecimento de 15 artigos que focavam em cadeia de suprimentos em geral procurava colocar emissões, cuidado com solo, energia, água, além de medidas mais verdes e sustentáveis. Entretanto, cada pesquisador prefere abordar esses temas de forma diferente. O Quadro 4 apresenta as principais metodologias utilizadas na confecção dos artigos escolhidos para a pesquisa.

Quadro 4 - Metodologia utilizada

Metodologia	Quantidade	Porcentagem
Abordagem quantitativa/Modelos matemáticos	143	68%
Aplicação e análise de questionários	7	3%
Estudo de Caso	33	16%
Modelo conceitual e análise qualitativa	12	6%
Revisão de literatura	8	4%
Simulação	7	3%

Fonte: Própria dos autores

A metodologia com maior número de publicações foi a abordagem quantitativa/ modelos matemáticos com 68%. Essa está exposta no Quadro 5 com as suas correspondentes abordagens e ferramentas. Estudo de caso apresentou 16% do total dos artigos onde 33 estudos foram casos reais e 7 ocorreram por meio de simulações do futuro. Apenas 10% dos artigos são conceituais e com revisão da literatura, enquanto as demais abordagens se apoiavam na utilização do tratamento de dados de forma quantitativa.

Quadro 5 - Abordagem utilizada

Abordagem realizada	Nº de Publicações	Porcentagem
AHP	1	1%
Algoritmo genético	1	1%
Programação linear, não linear, estocástica	1	1%
<i>Fuzzy</i>	2	1%
Ferramenta de apoio à decisão	2	1%
Consumo de energia	3	2%
Análise econômica	4	3%
Validação numérica	6	4%
Avaliação de desempenho e indicadores	9	7%
Análise de Sensibilidade	11	8%
Abordagem estatística	13	10%
Modelo de otimização	17	13%
Pegada de carbono	32	24%
Avaliação do Ciclo de vida	33	24%

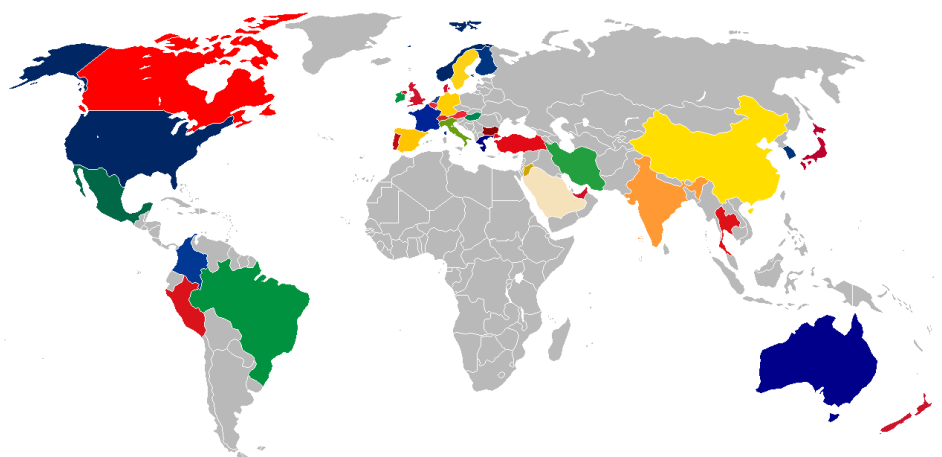
Fonte: Própria dos autores

Destaca-se a utilização da Avaliação do Ciclo de vida e Pegada de Carbono com 24% dos cálculos realizados nos artigos. Percebe-se que os artigos estão de acordo com as palavras-chaves utilizadas para pesquisa, pois o cálculo de emissões é o ponto alto encontrado na maioria dos artigos e alguns mais complexos apresentavam análise do ciclo de vida que engloba desde a extração da matéria prima até a destinação final do produto.

Os modelos de otimização (13%) e abordagens estatísticas (10%) também figuram como destaque no número de publicações, o que comprova que a maior parte dos artigos na área possui caráter quantitativo.

Por fim, sobre os 137 artigos foram analisados em quais países vêm se estudando sobre o assunto. Os Estados Unidos da América apresentaram um total de 37 documentos, seguido pelo Reino Unido, com 17 documentos, Itália com 15, China com 11 e Canadá com 9. No intervalo de ano de 2017-2018, até o momento, o país líder em publicações é a China com 5 documentos, Estados Unidos da América com 4, Canadá com 3 documentos e com 2 artigos os países Austrália, Irã, Países Baixos e Reino Unido. Percebe-se que países emergentes não apresentam grandes destaques em pesquisas na área de emissão de carbono na cadeia de suprimentos. A Figura 4 apresenta um mapa de todos os países que já publicaram sobre o assunto.

Figura 4 - Publicações por países



Fonte: *The carbon map* (2017)

Sobre as publicações feitas na área, em relação aos países emergentes e de terceiro mundo, existe uma concentração de publicações para alguns países. No Bloco Econômico BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) que representou cerca de 8% das publicações, a China apresentou destaque em publicações (nos anos de 2011, 2012, 2013, 2015, dois documentos em 2016, e cinco documentos em 2017), seguido pela Índia com 4 publicações (em 2012, 2013, 2016 e 2017) e o Brasil (no ano de 2016). A Rússia e África do Sul não apresentaram nenhuma publicação na área.

Destaque-se ainda que o continente Africano não registrou nenhuma pesquisa sobre a emissão de gases do efeito estufa em sua cadeia de suprimentos. Isto é, em 30 milhões de km² divididos em 54 países, considerados os parâmetros de busca utilizados nesta pesquisa, não se verificou nenhuma sobre a temática. A América Latina foi à segunda com menor número de

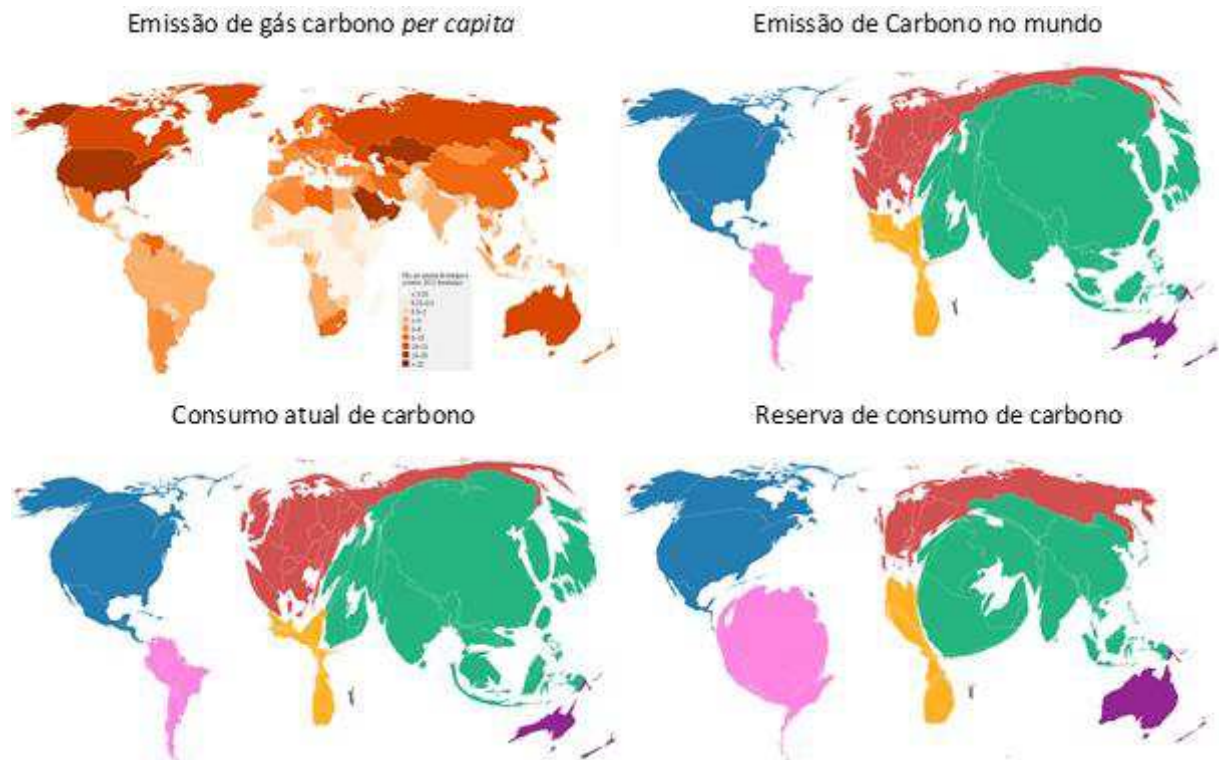
publicações, cerca de 4% do total, essa parte do continente americano representa de 19.200.000 km² enquanto os demais países da América (Estados Unidos da América e Canadá) apresentaram 23% das publicações totais e, juntos, totalizam 9.985.000 km², isto é, aproximadamente 34% do território da América. Percebe-se uma concentração das pesquisas nas áreas mais desenvolvidas do continente apesar destas áreas serem, em extensão territorial, menores que a América Latina.

Por fim, o continente que apresentou menor densidade no número de publicações foi a Oceania com 5%, seguido pelo Oriente Médio que contou com 8%. A Ásia ficou com terceiro lugar no número de publicações com 14% e a liderança do número de artigos foi da Europa com 47%.

4. Discussão

O site *The Carbon Map* apresenta um mapa que aponta: população, áreas de risco e emissão de carbono. A Figura 4 apresenta quatro mapas essenciais para compreensão do cenário de emissão de carbono no mundo. O primeiro mapa demonstra a distribuição de CO₂ por pessoa. Percebe-se que o Hemisfério Norte possui maior concentração de CO₂ per capita que o Hemisfério Sul. No mapa de "emissão de carbono no mundo", que aborda a queima de combustíveis fósseis que gera carbono, e o "consumo atual de carbono", que demonstra o consumo de produtos e serviços que utilizam combustíveis fósseis e a sua queima gera CO₂, apresentam um cenário parecido, no qual, a Ásia e Oriente Médio destacam-se na emissão, queima e utilização de produtos derivados do carbono. No mapa de reserva percebe-se que a África é a que tem menos potencial enquanto Ásia e Oriente Médio assim como a América são potenciais fornecedores deste gás para atmosfera.

Figura 5 - Mapas de emissões



Fonte: *The Carbon Map* (2017)

Analisando Figura 4 com a Figura 5, percebe-se que há necessidade de se direcionar o foco das áreas de estudo no mundo sobre emissões de carbono na cadeia de suprimentos. O Quadro 6 complementa as informações da Figura 4 ao apresentar os dados sobre as emissões no mundo.

A Ásia e Oriente Médio são os maiores emissores de carbono globais, cerca de 60%, entretanto possuem apenas 22% das publicações na área, o que demonstra a necessidade de crescimento nas pesquisas sobre o tema na região. Os países com maior emissão per capita dessa área do globo são Casaquistão com 18,1 toneladas de emissão, Arábia Saudita com 18 toneladas, Turcomenistão com 10,3 toneladas, Irã com 7,9 toneladas, China com 7,4 toneladas e Índia com 1,9 toneladas. Deve-se considerar que China apesar de ter uma emissão per capita média emite 9977.0 milhões de toneladas e é o país com maior emissão no mundo.

O segundo maior emissor de CO₂ é o Estados Unidos da América (USA) e o Canadá com 16% das emissões, seguido pela Europa com 15%, esses países contam com aproximadamente 70% das publicações na área de cadeia de suprimentos e emissões em geral, demonstrando que os pesquisadores da área se encontram nos países mais desenvolvidos.

Na América o USA (emite 5,233.2 milhões de toneladas de emissões) e Canadá (emite 503.1 milhões de toneladas) juntos emitem 16% do CO₂ mundial enquanto a América Latina apenas 5% onde os países com maior emissão per capita são: Venezuela (7,3 toneladas), Chile (5,1 toneladas), Argentina (4,7 toneladas), Suriname (4,5 toneladas), México (3,8 toneladas), Cuba

(3,5 toneladas), Jamaica (2,6 toneladas), Panamá (2,4 toneladas) e Brasil (2,4 toneladas). O Brasil, por ser um dos maiores países do mundo, consegue distribuir bem suas emissões por pessoa, entretanto é o maior emissor da América Latina com 481.7 milhões de toneladas de emissões seguido pelo México com 465.8 milhões de toneladas, Venezuela com 220.9 milhões de toneladas e Argentina com 196.8 milhões de toneladas, os demais países apresentam emissões inferiores aos 100 milhões de toneladas.

Quadro 6 - Emissões total

Continentes	Emissão total CO2 (KT)	Porcentagem
Oceania	411771,097	1%
Africa	1312459,637	4%
América Latina	1891299,254	5%
Europa	5406511,123	15%
USA e Canadá	5792048,502	16%
Asia	21550738,98	60%
Total	35953057,5	100%

Fonte: Adapto de *World Bank* (2017)

A África apresenta um percentual de 4% das publicações, porém tem um grande potencial de crescimento como emissor de carbono, o que possibilita pesquisas na área tanto em medidas de diagnóstico das cadeias emissoras como em políticas para continuar com pouca emissão quando essas reservas começarem a ser utilizadas. O países com maior emissão do continente são Líbia com 9,6 toneladas, África do Sul com 8,5 toneladas, Guiné com 6,6 toneladas e Argélia com 3,6 toneladas.

A Oceania é o menor emissor de carbono, porém é o menor continente analisado o que leva a analisar o CO2 per capita, o qual possibilitou analisar que o maior país deste continente apresenta emissões entre 15-20 toneladas por pessoa, média igual a Rússia, Canadá e Coreia do Sul. Isto é, Austrália emite mais tonelada de carbono por pessoa que Reino Unido e China, entretanto sua emissão é de 341.0 milhões de toneladas e o Reino Unido é de 462.1 milhões de toneladas.

5. Conclusão

A crescente emissão de gases do efeito estufa ao longo dos anos vem contribuindo por um aumento dos impactos ambientais na sociedade. Entretanto a comunidade científica começou a estudar essas emissões na cadeia de suprimentos por volta dos anos 2000. A menos de 20

anos que as organizações vêm se preocupando com o meio ambiente. Além disso, esses trabalhos se encontram focados em determinados países e regiões. Com o intuito de entender essa relação entre países e emissões focou-se em discutir o cenário atual de emissões mundiais.

Essa análise possibilita fornecer localidades para estudos futuros de emissão de carbono. Entretanto percebeu-se que a maior parte dos artigos elaborados se encontra na área de alimentos e geração de energia, demonstrando *hot topics* do assunto. Entretanto existem diversas áreas consideradas críticas pela Economia Circular que há necessidade de analisar a sua cadeia de suprimentos com pegada de carbono, como apontado pela empresa *Life Environmental* (2017) que aponta como as cinco áreas prioritárias do fechamento de ciclo para economia circular: o plástico (que conteve apenas 1 publicação analisada neste artigo); matérias primas críticas (como componentes de baterias abordado 1 vez, lâmpadas fluorescentes); desperdício de alimentos (área com maior número de publicações); biomassa (como produção de energias, apresentado em 15 artigos) e bioprodutos; e construção e demolição (apresentado em uma publicação apenas).

Encontra-se ainda pouco foco em simulação, surveys, revisões teóricas e abordagens qualitativas e conceituais. Nas análises matemáticas encontrou-se poucas variedades de ferramentas e muitas fórmulas matemáticas de emissões, reduções, otimizações e soluções para determinado estudo de caso. Assim, percebe-se um gap de pesquisa quanto a utilização de ferramentas diferenciadas para medir, dimensionar e reduzir as emissões de carbono.

A compreensão deste cenário científico de publicação possibilitou identificar lacunas de pesquisas e identificar quais as técnicas utilizadas e os setores que concentram a maior número de estudos. Percebeu-se que há necessidade de estudos na cadeia de forma a encontrar soluções para redução de emissão como um todo e não apenas um estudo de caso que melhorou o desempenho. Pois, sabe-se que a estrutura energética tem maior impacto na redução de emissões do que a industrialização devido ao consumo de carvão e à otimização da estrutura industrial (WORRELL et al, 2001).

Os países componentes do bloco econômico BRICS (Brasil, Índia, China, Rússia e África do Sul) respondem por mais de 40% das emissões totais deste poluente no planeta (EIA, 2016), isto é, esses países possuem grandes possibilidades de se tornarem emissores de gases do efeito estufa, necessitando assim foco no estudo para crescer de forma sustentável pensando desde a origem até o túmulo de cada produto produzido e consumido.

REFERÊNCIAS

- ANSARI, Zulfiqar N.; KANT, Ravi. A state-of-art literature review reflecting 15 years of focus on sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2524-2543, 2017.
- CARBON Map. 2017. Disponível em: <<http://www.carbonmap.org>>. Acesso em: 20 out. 2017.
- CASTRO, Alisson Silva de. **Crescimento econômico e emissões de CO2 nos países do BRICS: uma análise de cointegração em painel**. 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil.
- FINK, Arlene. **Conducting research literature reviews: From the internet to paper**. Sage, 2005.
- GARCÍA-ALVARADO, Marthy et al. Inventory management under joint product recovery and cap-and-trade constraints. **Journal of Cleaner Production**, 2016.
- MAY, Gökan et al. Energy management in manufacturing: From literature review to a conceptual framework. **Journal of Cleaner Production**, 2016.
- MAYRING, Philipp. Qualitative inhaltsanalyse. **Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie**, p. 601-613, 2010.
- RODRIGUE, Jean-Paul; SLACK, Brian; COMTOIS, Claude. Green Logistics (The Paradoxes of). The Handbook of Logistics and Supply-Chain Management, Handbooks in Transport# 2. 2001.
- SARKIS, Joseph; ZHU, Qinghua; LAI, Kee-hung. An organizational theoretic review of green supply chain management literature. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 1-15, 2011.
- SCHALTEGGER, Stefan; CSUTORA, Maria. Carbon accounting for sustainability and management. Status quo and challenges. **Journal of Cleaner Production**, v. 36, p. 1-16, 2012.
- SRIVASTAVA, Samir K. Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. **International journal of management reviews**, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.
- WORLD BANCK. 2017. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/pt/country/brazil>>. Acesso em: 17 out. 2017.
- WORRELL, Ernst et al. Carbon dioxide emissions from the global cement industry. **Annual review of energy and the environment**, v. 26, n. 1, p. 303-329, 2001.