



## A RELAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL COM A MUDANÇA DO CLIMA: UMA AVALIAÇÃO CIENCIOMÉTRICA

Hugo de Oliveira Barbosa<sup>1</sup>, Leonardo Fernandes Gomes<sup>2</sup> e Hasley Rodrigo Pereira<sup>3</sup>

**Resumo:** O mundo está em alerta em relação às mudanças ambientais globais, seus efeitos sobre a biodiversidade e na capacidade de resiliência dos ecossistemas, o que leva à necessidade de pesquisas que proponham medidas mitigatórias, principalmente do setor industrial, para esses impactos antrópicos. Por meio de uma avaliação cienciométrica, as tendências globais de publicações sobre o clima em um contexto industrial foram investigadas. Nos últimos anos, um crescente número de pesquisas aborda as contribuições do setor industrial nas mudanças climáticas e as propostas de políticas públicas para mitigação dessas alterações. Esses resultados mostram que apesar das barreiras para a implementação dessas medidas de redução na emissão de gases de efeito estufa e inúmeras incertezas, mudanças nos modelos de produção industrial e nos padrões de consumo da sociedade, em nível global, são indispensáveis para o futuro do planeta.

**Palavras-chave:** Mudanças ambientais. Emissões atmosféricas. Eficiência energética. Mitigação. Gases estufa.

### 1 Introdução

Desde o século XVIII, com o advento da Revolução Industrial, houve um crescimento das cidades ao redor do mundo, além do constante aumento da população humana (GOLLIN; JEDWAB; VOLLRATH, 2016). Esse cenário impulsiona em uma escala sem precedentes a demanda por alimentos, bens e serviços (i.e. consumo de energia) e acarreta uma série de efeitos aos recursos naturais (CRIST; MORA; ENGELMAN, 2017; STEFFEN et al., 2015). Assim, a atual situação global é de alerta em relação as mudanças ambientais, seus efeitos sobre a biodiversidade (CEBALLOS et al., 2015; CEBALLOS; EHRLICH; DIRZO, 2017; JOHNSON et al., 2017) e a capacidade de resiliência dos ecossistemas em relação aos distúrbios promovidos (CHAPIN III; MATSON; VITOUSEK, 2011).

Nesse sentido, os diversos efeitos provenientes das mudanças climáticas globais, como: a acidificação oceânica, escassez de água doce e mudanças na integridade da biosfera (STEFFEN et al., 2015) requerem atenção e revelam a necessidade de propostas para mitigação desses impactos (MOTTET et al., 2017; PECL

et al., 2017). Portanto, faz-se necessário a implementação de mudanças no ritmo de produção e consumo, a fim de evitar uma deterioração da biodiversidade e a subsequente perda de serviços ecossistêmicos (CEBALLOS et al., 2015; CEBALLOS; EHRLICH; DIRZO, 2017) e riscos à segurança alimentar de áreas mais vulneráveis, com a redução de acesso a água potável (WHEELER; VON BRAUN, 2013).

A produção industrial é o maior setor em termos de demanda por energia e emissão de gases de efeito estufa (responsável por 30% de emissões de GEEs) (FISCHEDICK et al., 2014). Nos modelos de produção atual, para o bom funcionamento da indústria a cadeia de consumo é baseada em combustíveis de petróleo, uso de eletricidade, além da necessidade de área para construção de fábricas, o que altera o uso da terra em escala local ou até mesmo regional. Essas práticas são responsáveis pela perda de habitat e a fragmentação de ecossistemas naturais, causando danos irreversíveis. De forma concomitante há emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), gases fluorados (F-Gas), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e metano (CH<sub>4</sub>) (FISCHEDICK et al., 2014). Nesse contexto, espera-se do setor industrial um avanço em

<sup>1</sup>E-mail: hgobarbosa@gmail.com

<sup>2</sup>E-mail: leof.ciamb@gmail.com

<sup>3</sup>E-mail: hasleybio08@gmail.com

relação a medidas em prol da redução da emissão desses gases e de um modo de produção mais limpo e sustentável (FISCHEDICK et al., 2014).

A diminuição desses impactos negativos no modo de produção deve partir de ações regionais para que possa repercutir em escala global (KALAFATIS; LEMOS, 2017; MI et al., 2017; MOTTET et al., 2017). Diante dessa preocupação com o modo de vida e os meios de produção para os próximos anos, a assembleia geral das Nações Unidas reuniu-se em 2015 para definir a Agenda Universal para o plano de desenvolvimento sustentável até 2030 (UN, 2015), composta por novos objetivos e metas que demonstram sua escala e ambição. Essa agenda busca o fortalecimento da paz universal através de maior liberdade e formulou um plano de ação para as pessoas, para alcançar um planeta com comprometimento com a prosperidade. Além disso, a agenda reconhece que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável (DE LOMA-OSORIO, 2017; HARMANCIOGLU, 2017).

Pode-se destacar a necessidade de integração de todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa para a implementação do plano de desenvolvimento sustentável até 2030 da Agenda Universal, determinados a tomar as medidas corajosas e transformadoras que são urgentemente necessárias para mudar o mundo em um caminho sustentável e resiliente (DE LOMA-OSORIO, 2017). Todo o esforço em prol dos objetivos da Agenda Universal possibilita alcançar o desenvolvimento sustentável nas suas três dimensões - econômica, social e ambiental - de uma forma equilibrada e integrada. Para isso, além do esforço da população de modo geral e do setor industrial, é importante que a comunidade científica avance no conhecimento para melhorar os meios de produção e meios de mitigação dos impactos causados, e também na divulgação das tendências e lacunas das pesquisas para que possa direcionar novos estudos (DE LOMA-OSORIO, 2017; FISCHEDICK et al., 2014).

Diante disso, avaliou-se as tendências globais de publicações sobre o clima em um contexto industrial e destacou-se propostas mitigatórias para a redução dos impactos industriais nas mudanças climáticas. Assim, as seguintes questões foram avaliadas: (i) como se dá a distribuição global de publicações sobre clima relacionada

ao contexto industrial? (ii) quais as tendências dos estudos sobre o tema? (iii) os estudos direcionados a mitigação tem se destacado dentre os demais?

## 2 Metodologia

Foi realizada uma busca por publicações na base principal da plataforma Web of Science™, considerando os anos de 1991 a 2015, com a finalidade de encontrar estudos que realizassem relações entre o setor industrial e as mudanças no clima. Os campos de busca foram preenchidos com os seguintes termos: (Campo 1, nos títulos) *climate*; (Campo 2, em tópicos) *industry*. Entre os campos foi utilizado o vetor booleano “AND”, afim de restringir a pesquisa às indústrias. Após a pesquisa, os dados foram importados em formato de texto (.txt) e o número de publicações por ano e por país foram extraídas através do software HistCite™. Para avaliar o efetivo crescimento no número de publicações ao longo dos anos, foi realizada uma correlação de *Pearson* entre os anos e o número de publicações. Foram considerados significativos valores de  $p < 0,05$ .

A análise foi realizada através da função *cor.test*, pacote *stats* do Programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017).

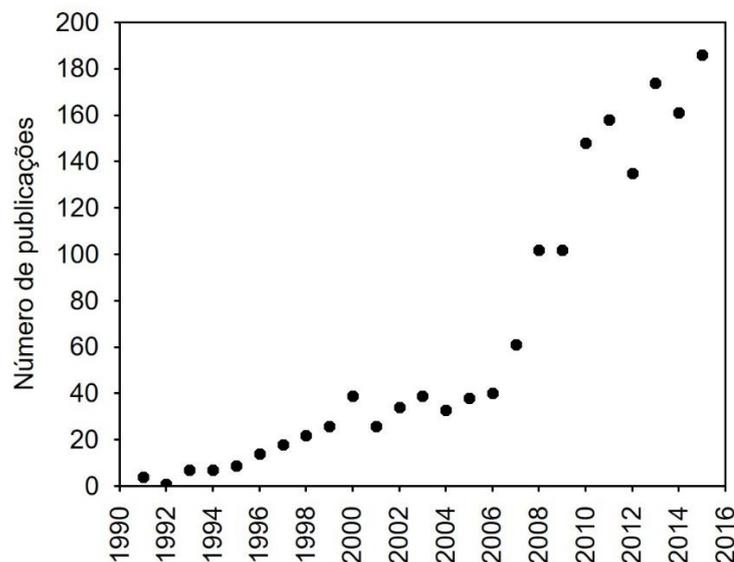
Para avaliar agrupamentos de palavras ao longo dos anos foi utilizado o programa *VOSViewer* (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Por isso, com base na força de associação, palavras mais próximas entre si, tiveram maior associação nas publicações sobre mudanças climáticas e indústria, bem como palavras menos relacionadas tendem a estar mais distantes. As palavras foram agrupadas de acordo com as suas relações. Da mesma forma, o tamanho da palavra está relacionada com a quantidade de vezes que ela foi citada, quando comparada às demais (VAN ECK; WALTMAN, 2010). Para realização da análise foram selecionadas, por meio do *VOSViewer*, palavras do título e do resumo, com base em contagem binária por publicação, a fim de não tendenciar o resultado de palavras repetidas em uma mesma publicação. Como critério, para que cada palavra fosse selecionada, ela deveria ter ocorrido pelo menos dez vezes com base na ocorrência binária por publicação. Adicionalmente, foram extraídos para a análise os termos que tiveram *loadings* acima de 60%, por isso foram selecionadas 544 palavras.

### 3 Resultados e discussão

Ao buscar compreender as tendências nas publicações sobre mudanças climáticas e a indústria, encontrou-se um total de 1714 publicações entre os anos de 1991 e 2015. Percebeu-se também que se trata de um tema que desperta, de forma crescente, o interesse da comunidade científica (Figura 1;  $r=0,91$ ), principalmente após o ano de 2008. Provavelmente, essa crescente se deve ao fato de a indústria ser o setor responsável

pela maior parte de emissão de gases de efeito estufa (FISCHEDICK et al., 2014). Registros do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) apontam que, em 2010, o setor industrial representou 28% do consumo de energia, em comparação a grandes e representativos setores como transporte, construção e agricultura e que a demanda de produtos e serviços é um fator preponderante (TAYLOR; REZAI; FOLEY, 2016; WORRELL et al., 2009), pois tratam-se dos financiadores das atividades industriais.

Figura 1 - Número publicações sobre mudanças climáticas e indústria entre os anos de 1991 e 2015



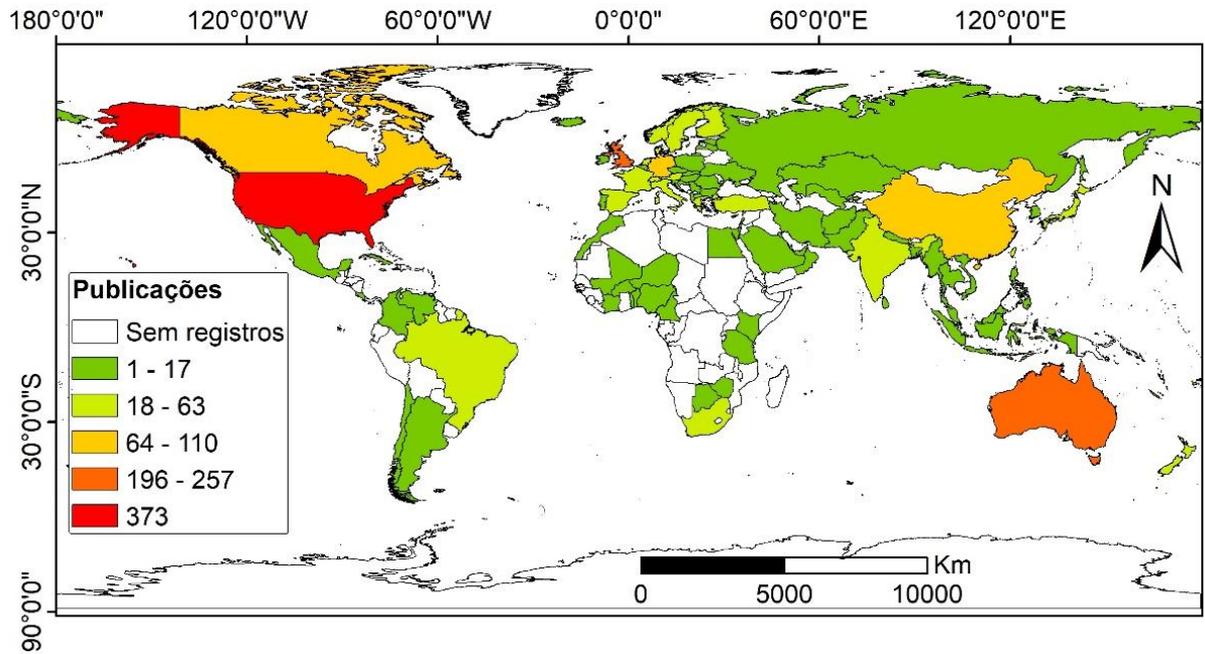
Fonte: Autores (2018)

Dentre os países, os Estados Unidos da América (EUA) foram os mais representativos em número de publicações, seguido por Austrália e Reino Unido (Figura 2). Após esses, cabe ainda ressaltar a quantidade de publicações do Canadá e da China. O fato de esses países possuírem um destaque global em investigações sobre a temática, pode estar relacionado a uma maior política de investimentos em pesquisas. Além disso, na última década, há uma maior tendência em estudos que proponham medidas mitigatórias, de forma geral, para os efeitos das mudanças climáticas globais sobre a biodiversidade (NABOUT et al., 2012; PECL et al., 2017).

Com base no agrupamento de palavras (Figura 3), ficam evidentes 3 grupos distintos, onde as principais palavras de cada um deles são: temperatura, crescimento, período e estação (grupo 1, cor vermelha); relacionamento, companhia, empregado, prática, segurança climática (grupo 2, cor

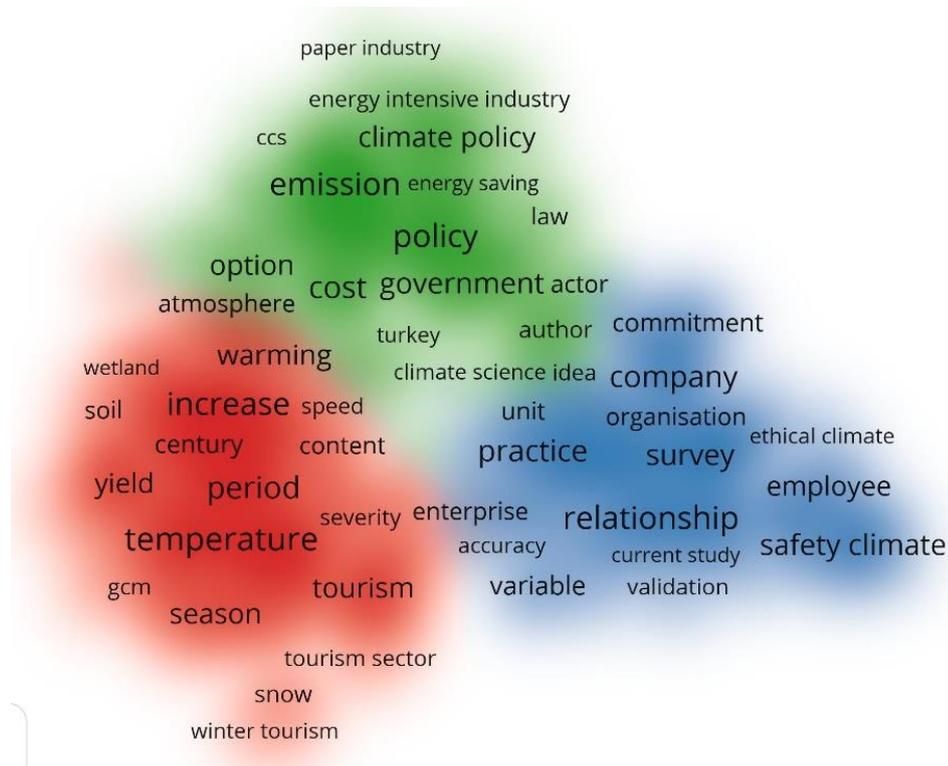
azul) e emissões, custos, governo, políticas e políticas climáticas (grupo 3, cor verde). Assim, evidencia-se que nos últimos anos as investigações sobre a relação do clima com o setor industrial apresentam tendências e estão mais direcionadas a alguns temas em detrimento de outros, como os problemas relativos às mudanças climáticas em função do setor industrial, com ênfase no aumento de temperatura ao longo do tempo (grupo 1); estratégias estruturais em indústrias direcionadas à segurança climática (grupo 2) e políticas públicas relacionadas a regulação das emissões e estratégias de mitigação (grupo 3). De forma geral, os trabalhos abordam as contribuições do setor industrial nas mudanças climáticas e as propostas de políticas públicas para mitigação dessas alterações. Essa preocupação voltada à criação de medidas mitigatórias é evidente nas proposições da Agenda Universal para o plano de desenvolvimento sustentável até 2030 (DE LOMA-OSORIO, 2017; UN, 2015).

Figura 2- Distribuição mundial do número de publicações sobre mudanças climáticas e indústria entre os anos de 1991 e 2015



Fonte: Autores (2018)

Figura 3- Distribuição e agrupamento das principais palavras encontradas em publicações sobre mudanças climáticas e indústria entre os anos de 1991 e 2015



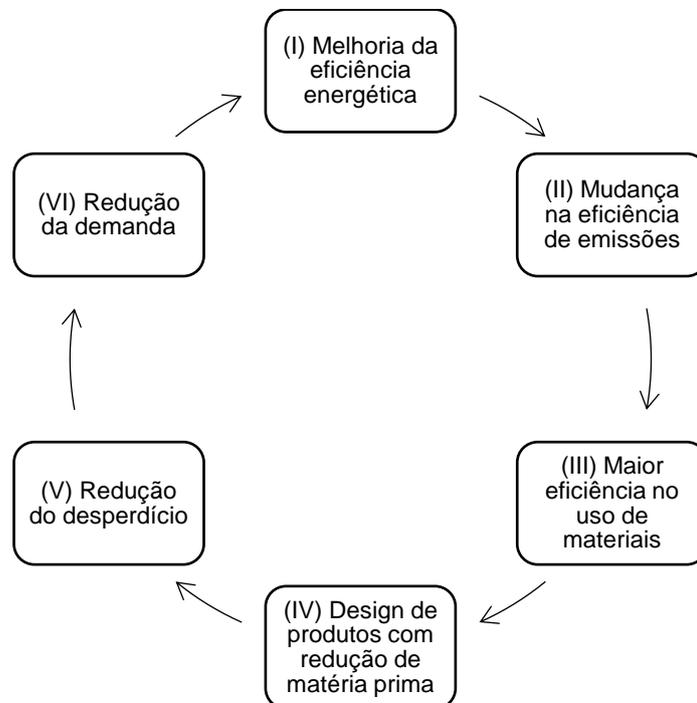
Fonte: Autores (2018)

Dentre os trabalhos encontrados, destaca-se o de Fishedick et al. (2014) que traz uma série de propostas mitigatórias que podem ser implementadas ao longo das cadeias industriais (Figura 4) e possuem uma série de efeitos positivos para fins de redução dos impactos industriais.

Nesse sentido, o setor industrial de algumas nações tem adotado medidas para atender às propostas tratadas na Agenda Universal por meio de estratégias diversificadas, principalmente na busca de maior eficiência energética nas tecnologias de

produção. Por exemplo, na Nova Escócia já existe um ecoparque industrial que integra a produção e planejamento de uso da terra entre as empresas, com a finalidade de aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões de GEE's (CÔTÉ; LIU, 2016). De forma similar, na Dinamarca, já existe um projeto de transformação da matriz energética para que até o ano de 2050, seja totalmente renovável, o que inclui maior utilização de biomassa e energia eólica, em detrimento da energia advinda de combustíveis fósseis e nuclear (LUND; MATHIESEN, 2009).

**Figura 4- Propostas mitigatórias ao longo das cadeias industriais de acordo com Fishedick et al. (2014)**



Fonte: Adaptado de Fishedick et al. (2014)

Além disso, em termos de produção industrial, cabe ressaltar países da África, América Latina e outras economias em transição que produzem mais minerais metálicos (ferro, ouro, prata e cobre) do que importam (FISCHEDICK et al., 2014). Por isso, avaliar os impactos e criar medidas de mitigação dos efeitos industriais da extração destes, envolve não só os países que ofertam tais produtos, mas uma cadeia de produção sistêmica que cria a demanda (TAYLOR; REZAI; FOLEY, 2016). Uma forma de avaliar esses impactos, propor e acompanhar medidas de mitigação é a adoção de protocolos que fiscalizam toda cadeia produtiva, desde a extração da matéria prima,

até a elaboração e/ou descarte do produto final (ORTIZ; CASTELLS; SONNEMANN, 2009; SONNEMANN; LEEUW, 2006).

Em direção contrária aos países desenvolvidos, que tiveram uma redução em sua produtividade após a crise global de 2009 (KELLY et al., 2010), os países em desenvolvimento, apresentam, ao longo dos últimos anos, um aumento em suas produções industriais, com ênfase à Ásia, especialmente a China e Índia (CRESCENZI; RODRÍGUEZ-POSE, 2017). Esses países, assim como outros emergentes, apresentam um crescimento baseado no aumento da degradação ambiental (SHRIVASTAVA; KOTHARI, 2012). Dessa forma, têm

enfrentado desafios para uma produção ambientalmente sustentável e competitiva (SETH; REHMAN; SHRIVASTAVA, 2018), visto a preferência do mercado consumidor por produtos mais sustentáveis (REHMAN; SETH; SHRIVASTAVA, 2016). Mesmo assim, China e Índia demonstram maior potencial de uma produção menos degradante para os próximos anos, quando comparadas as produções industriais europeias e norte-americanas (CRESCENZI; RODRÍGUEZ-POSE, 2017; NABERNEGG et al., 2017).

Diante do que se destacou até aqui, as medidas mitigatórias sugeridas por Fishedick et al. (2014) podem contribuir com diversos fatores positivos para a diminuição dos impactos causados pelas indústrias nas mudanças climáticas. Com a melhoria na eficiência energética, sabe-se que pode haver uma redução adicional de cerca de 20% do uso de energia (ALLWOOD; CULLEN; MILFORD, 2010). Para alcançar essa meta faz-se necessária uma combinação de políticas que visem a mobilização de investimentos de capital, redução de riscos de investimento, legislação favorável a maior eficiência energética e investimento em pesquisas direcionadas ao desenvolvimento de tecnologias de baixo carbono (FISCHEDICK et al., 2014; NABERNEGG et al., 2017). A adoção de tecnologias industriais mais eficientes apresenta um menor custo para alguns países como China e Índia, quando comparados aos países Europeus, isso porque esses últimos requerem maior importação de componentes e matéria prima (NABERNEGG et al., 2017). Além da importação de componentes, políticas restritivas à expansão de tecnologias de produção mais limpas podem tornar a adaptação das indústrias mais caras e inviáveis em nível global, o que atrasa a adoção de políticas climáticas sérias (IYER et al., 2013).

Essas discussões são importantes, visto que a mudança na eficiência de emissões tem como resultado um menor consumo por unidade de energia, além do uso de fontes renováveis como a substituição de bombas de calor por caldeiras (HPTCJ, 2010; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2010) e/ou utilização da energia solar térmica para secagem (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2010). Para maior eficiência no uso de materiais propõe-se ainda a prestação de

serviços com menos utilização de material novo (ALLWOOD; CULLEN; MILFORD, 2010), o melhoramento do design do produto (muitos produtos podem ser um terço mais leves sem perda de desempenho em uso) (CARRUTH; ALLWOOD; MOYNIHAN, 2011), o que reduziria a utilização de materiais em sua fabricação; com a redução do desperdício na produção. Nota-se também que é importante a fabricação de produtos que tenham um maior prazo de duração. Assim, pouparia esforços para atender uma demanda desenfreada de consumo. Além dessas medidas industriais, as propostas de redução da demanda envolvem uma série de decisões por parte da sociedade, tais como o maior uso de transporte coletivo, o refrigeração do ambiente por meio de ar-condicionado apenas quando necessário, menor consumo de produtos (redução), dentre outras. Todas dessas medidas destacadas por Fishedick et al. (2014) interagem entre si, e para que funcione é necessário esse entendimento de complementariedade.

#### 4 Conclusões

O setor industrial passa por um momento de transição para se adequar aos planos de desenvolvimento sustentável propostos pela Agenda Universal. Essa transição se dá com a necessidade de adaptações às políticas de produção e medidas de mitigação dos impactos negativos que comprometem a sustentabilidade do planeta. Diante disso, observa-se, em nível global, que há uma crescente preocupação dos pesquisadores sobre essa problemática. Percebe-se também que há um padrão nas abordagens identificadas, com ênfase para os problemas relativos às mudanças climáticas em função do setor industrial, com ênfase no aumento de temperatura ao longo do tempo; estratégias estruturais em indústrias direcionadas à segurança climática e políticas públicas relacionadas a regulação das emissões e estratégias de mitigação. Logo, estudos voltados à mitigação tem se destacado e, dessa forma, há diversas propostas e agendas que abrangem além da cadeia produtiva industrial, mas também toda a sociedade em prol de um desenvolvimento sustentável.

## 5 The relationship between the industrial sector and climate change: A scientiometric evaluation

**Abstract:** *The world is on the alert for global environmental change, its effects on biodiversity, and ecosystem resilience, which leads to the need for research that proposes mitigating measures, especially in the industrial sector, for these anthropic impacts. The global trends of climate publications in an industrial context were investigated through a scientometric evaluation. In recent years, a growing number of researches have addressed the contributions of the industrial sector to climate change and the proposals for public policies to mitigate these changes. Those results show that despite the barriers to the implementation of these measures to reduce greenhouse gas emissions and numerous uncertainties, changes in industrial production models and consumption patterns of society at a global level are indispensable for the future of the planet.*

**Keywords:** environmental changes, emissions, energy efficiency, mitigation, greenhouse gases

## 6 Referências

ALLWOOD, J. M.; CULLEN, J. M.; MILFORD, R. L. Options for Achieving a 50% Cut in Industrial Carbon Emissions by 2050. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 6, p. 1888–1894, 15 mar. 2010.

CARRUTH, M. A.; ALLWOOD, J. M.; MOYNIHAN, M. C. The technical potential for reducing metal requirements through lightweight product design. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 57, p. 48–60, dez. 2011.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R.; BARNOSKY, A. D.; GARCÍA, A.; PRINGLE, R. M.; PALMER, T. M. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. **Science Advances**, v. 1, n. 5, p. e1400253–e1400253, 19 jun. 2015.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R.; DIRZO, R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, p. 201704949, 10 jul. 2017.

CHAPIN III, F. S.; MATSON, P. A.; VITOUSEK, P. **Principles of terrestrial ecosystem ecology**. [s.l.] Springer Science & Business Media, 2011.

CÔTÉ, R. P.; LIU, C. Strategies for reducing greenhouse gas emissions at an industrial park level: a case study of Debert Air Industrial Park, Nova Scotia. **Journal of Cleaner Production**, v. 114, p. 352–361, fev. 2016.

CRESCENZI, R.; RODRÍGUEZ-POSE, A. The Geography of Innovation in China and India. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 41, n. 6, p. 1010–1027, nov. 2017.

CRIST, E.; MORA, C.; ENGELMAN, R. The interaction of human population, food production,

and biodiversity protection. **Science**, v. 356, n. 6335, 2017.

DE LOMA-OSORIO, G. F. Y. The 2030 Agenda for Sustainable Development: Bringing Climate Justice to Climate Action. **Development**, 27 jul. 2017.

FISCHEDICK, M.; ROY, J.; ACQUAYE, A.; ALLWOOD, J.; CERON, J. P.; GENG, Y.; ...SANTALLA, E. Industry In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Report. 2014.

GOLLIN, D.; JEDWAB, R.; VOLLRATH, D. Urbanization with and without industrialization. **Journal of Economic Growth**, v. 21, n. 1, p. 35–70, 13 mar. 2016.

HARMANCIOGLU, N. B. Overview of Water Policy Developments: Pre- and Post-2015 Development Agenda. **Water Resources Management**, v. 31, n. 10, p. 3001–3021, 31 ago. 2017.

HPTCJ. Survey of Availability of Heat Pumps in the Food and Beverage Sector. n. March, p. 61, 2010.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies To 2050**, 2010.

IYER, G. et al. Diffusion of low-carbon technologies and the feasibility of long-term climate targets. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 90, p. 103–118, jan. 2013.

JOHNSON, C. N.; BALMFORD, A.; BROOK, B. W.; BUETTEL, J. C.; GALETTI, M.; GUANGCHUN, L.; WILMSHURST, J. M. Biodiversity losses and conservation responses in the Anthropocene. **Science**, v. 356, n. 6335, p. 270–275, 21 abr. 2017.

KALAFATIS, S. E.; LEMOS, M. C. The emergence of climate change policy entrepreneurs in urban

**REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)**  
**v.20, n. 1, p.21-28, jan./jun. 2018**

regions. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 6, p. 1791–1799, 8 ago. 2017.

KELLY, T. D.; MATOS, G.; DIFRANCESCO, C.; PORTER, K.; BERRY, C.; CRANE, M.; ...SZNOPEK, J. Historical statistics for mineral and material commodities in the United States. Data Series 140 (Supersedes Open-File Report 01-006), Version 2010. **US Geological Survey (USGS), Reston, Virginia, USA (Online Only)**, 2010.

LUND, H.; MATHIESEN, B. V. Energy system analysis of 100% renewable energy systems—The case of Denmark in years 2030 and 2050. **Energy**, v. 34, n. 5, p. 524–531, maio 2009.

MI, Z.-F.; WEI, Y. M.; HE, C. Q.; LI, H. N.; YUAN, X. C.; LIAO, H. Regional efforts to mitigate climate change in China: a multi-criteria assessment approach. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 22, n. 1, p. 45–66, 23 jan. 2017.

MOTTET, A.; HENDERSON, B.; OPIO, C.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G.; SILVESTRI, S.; ... GERBER, P. J. Climate change mitigation and productivity gains in livestock supply chains: insights from regional case studies. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 1, p. 129–141, 21 jan. 2017.

NABERNEGG, S.; BEDNAR-FRIEDL, B.; WAGNER, F.; SCHINKO, T.; COFALA, J.; CLEMENT, Y. M. The Deployment of Low Carbon Technologies in Energy Intensive Industries: A Macroeconomic Analysis for Europe, China and India. **Energies**, v. 10, n. 3, p. 360, 14 mar. 2017.

NABOUT, J. C.; CARVALHO, P.; PRADO, M. U.; BORGES, P. P.; MACHADO, K. B.; HADDAD, K. B.; SOARES, T. N. Trends and Biases in Global Climate Change Literature. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 1, p. 45–51, 2012.

ORTIZ, O.; CASTELLS, F.; SONNEMANN, G. Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 1, p. 28–39, jan. 2009.

PECL, G. T.; ARAÚJO, M. B.; BELL, J. D.; BLANCHARD, J.; BONEBRAKE, T. C.; CHEN, I. C.; ... FALCONI, L. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. **Science**, v. 355, n. 6332, p. eaai9214, 31 mar. 2017.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.**, 2017.

REHMAN, M. A.; SETH, D.; SHRIVASTAVA, R. L.

Impact of green manufacturing practices on organisational performance in Indian context: An empirical study. **Journal of Cleaner Production**, v. 137, p. 427–448, nov. 2016.

SETH, D.; REHMAN, M. A. A.; SHRIVASTAVA, R. L. Green manufacturing drivers and their relationships for small and medium(SME) and large industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 198, p. 1381–1405, out. 2018.

SHRIVASTAVA, A.; KOTHARI, A. **Churning the Earth: The Making of Global India**. [s.l.] Penguin, 2012.

SONNEMANN, G.; LEEUW, B. DE. **Life Cycle Management in Developing Countries: State of the Art and Outlook**. [s.l.: s.n.]. v. 11, 2006.

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J.; CORNELL, S. E.; FETZER, I.; BENNETT, E. M.;...FOLKE, C. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855–1259855, 13 fev. 2015.

TAYLOR, L.; REZAI, A.; FOLEY, D. K. An integrated approach to climate change, income distribution, employment, and economic growth. **Ecological Economics**, v. 121, p. 196–205, jan. 2016.

UN. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**New York: **United Nations**, 2015.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v. 84, n. 2, p. 523–538, 31 ago. 2010.

WHEELER, T.; VON BRAUN, J. Climate Change Impacts on Global Food Security. **Science**, v. 341, n. 6145, p. 508–513, 2 ago. 2013.

WORRELL, E.; BERNSTEIN, L.; ROY, J.; PRICE, L.; HARNISCH, J. Industrial energy efficiency and climate change mitigation. **Energy Efficiency**, v. 2, n. 2, p. 109–123, 30 maio 2009.

## 7 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Além disso, os autores agradecem as professoras Dr<sup>a</sup> Gabriela Bielefeld Nardoto e Dr<sup>a</sup> Mercedes Maria da Cunha Bustamante que foram grandes incentivadoras desse estudo.