VII SINGEP
Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

SUSTENTABILIDADE EM PROJETOS COMPLEXOS: UMA ANÁLISE DA LITERATURA INTERNACIONAL

JOSIVAN LEITE ALVES
Universidade Federal do Cariri-UFCA

LEONARDO KENNEDY ALVES DE LIMA
Universidade Federal do Cariri-UFCA

RENAN PEREIRA
Universidade Federal do Cariri

JENIFFER DE NADAE
USP - Universidade de São Paulo

ISSN: 2317-8302

SUSTENTABILIDADE EM PROJETOS COMPLEXOS: UMA ANÁLISE DA LITERATURA INTERNACIONAL

Resumo

A complexidade que envolve os projetos da construção civil acaba por dificultar o equilíbrio entre as questões econômicas, ambientais e sociais. Nesse contexto, essa pesquisa objetiva conhecer o comportamento da produção científica internacional relacionando sustentabilidade a projetos complexos da construção civil, através de uma revisão sistemática da literatura e indicadores bibliométricos. Buscou-se artigos que relacionam os termos: *"project*", "complex*", "sustainability", "building OR civil OR construction"* na base de dados da *Scopus*, resultando em uma amostra de 331 artigos. Há uma tendência de estudos sobre o assunto a partir de 2006, onde os artigos, em sua maioria, buscam compreender as consequências e complexidade existente na implementação de obras, por meio de estudos de caso. A amostra obtida mostrou, também, que os pesquisadores estadunidenses lideram em quantidades de pesquisas e são os mais citados. Por fim, o emergente interesse internacional em construções sustentáveis pode ter correlação com o crescente número de *green buildings* e as certificações existentes que caracterizam as construções sustentáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção civil. Projetos complexos. Análise bibliométrica.

Abstract

The complexity in of civil construction projects ends up hampering the balance between economic, environmental and social issues. In this context, this research aimed to know the behavior of international scientific studies related to sustainability the in complex projects of civil construction, through a systematic review of literature and bibliometric indicators. The terms "design *", "complex *", "sustainability", "construction or civil construction" were searched in the Scopus database, resulting in a sample of 331 articles. There is a tendency of studies on the subject from 2006, where the articles, for the most part, seek to understand consequences and complexity in the implementation of de constructions, through case studies. The sample obtained, showed was also, that American research to lead the scientific studies and the most cited researches. Lastly, the emerging international interest can be related to growing number of green buildings and the existing certifications that characterize sustainable buildings.

Keywords: Sustainability. Civil construction. Complex projects. Bibliometric analysis.

1 Introdução

As ações oriundas das atividades da construção civil são reconhecidas como as que mais degradam o ambiente por gerarem grandes quantidades de resíduos sólidos. Aproximadamente 50% das matérias-primas extraídas do planeta são transformadas em materiais de construção, quando implementados nas edificações consomem cerca de 40% de todo o uso da energia, e os materiais quando usados são responsáveis por cerca de 50% de todos os resíduos gerados antes da reciclagem, recuperação ou disposição final (Initiative, 2002).

Para tal fato, projetos e medidas preventivas sustentáveis são necessários e essenciais, uma vez que os efeitos humanos e ecológicos devem ser abordados como fatores em sistemas abertos, dinâmicos e multiescalares, com considerável grau de complexidade e incerteza (Gibson, 2006).

Em uma organização, a sustentabilidade consiste em equilibrar os aspectos ambientais, sociais e econômicos (CARTER; ROGERS, 2008). A sustentabilidade se refere a integração de responsabilidades ambientais e econômicas (Carter & Rogers, 2008) e norteia a sociedade para um desenvolvimento sustentável.

O relatório Brundtland, mais conhecido como Our Common Future, definiu desenvolvimento sustentável como sendo "aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de futuras gerações de suprirem as suas" (Brundtland **et al.**, 1987, p. 46).

Para ser sustentável, uma empresa precisa ser capaz tanto de assegurar os seus direitos de funcionar e de obter lucro. Portanto, é importante para a empresa a alcançar o desempenho econômico, ambiental e social, conceito conhecido como Triple Bottom Line (TBL) (WRI, 2002).

O TBL dá apoio para que as decisões do presente levem em consideração não somente os tradicionais fatores econômicos, mas também os fatores sociais e ambientais, a fim de garantir a perpetuidade da empresa. Essa característica justifica a proximidade do conceito do TBL ao conceito de sustentabilidade.

Nessa perspectiva, os projetos assumem papéis fundamentais para o desenvolvimento e implementação de tecnologias e práticas sustentáveis (Silvius & Schipper, 2014). O projetista deve reconhecer os impactos de cada escolha, buscando requisitos de sustentabilidade aplicáveis ao longo das diferentes fases do ciclo de vida do edifício, desde a sua concepção, durante a sua vida útil, até gestão dos resíduos do edifício na fase de demolição (Akadiri, Chinyio & Olomolaiye, 2012).

Assim, desde o anteprojeto até a finalização da obra, os envolvidos devem buscar soluções que evitem situações conflitantes e em desacordo com triple bottom line da sustentabilidade. Ademais, os projetos sustentáveis preocupam-se com os produtos, os serviços por ele gerados e seu respectivo ciclo de vida, não estando limitado apenas as fases de iniciação, desenvolvimento, execução, teste e lançamento (Labuschagne & Brent, 2006).

A eficiência de recursos, o projeto para adaptação humana e a eficiência de custos formam uma estrutura para integrar princípios de sustentabilidade em projetos de construção desde o estágio conceitual, a fim de reduzir esses impactos prejudiciais da construção sobre o meio ambiente e alcançar a sustentabilidade na indústria (Akadiri, Chinyio & Olomolaiye, 2012). As atividades de uma construção sustentável tentam equilibrar o desempenho econômico, social e ambiental, objetivando atingir os critérios do desenvolvimento sustentável por meio de tecnologias e experiências (Ghoddousi, Nasirzadeh & Hashemi, 2018).

A maioria dos projetos da construção civil são considerados complexos por envolverem uma gestão que combine os diversos projetos e arranjos contratuais, utilizando as

mais variadas habilidades da equipe para a construção em si e até mesmo as instalações (Van Marrewijk **et al.**, 2008). Os projetos complexos são caracterizados por possuírem elevados custos, envolverem diversas organizações (consequentemente diferentes partes interessadas), necessidade de aparatos tecnológicos avançados e pela interdependência de entrega de produtos. Está diretamente correlacionado com sustentabilidade pois a implementação de um projeto complexo afeta a dinâmica de trabalho e relações culturais da comunidade local e possui elevado impacto ambiental e econômico.

Para tanto, alinhamento entre o portfólio de produtos e sustentabilidade ambiental introduz que as decisões a serem tomadas do ponto de vista ambiental na gestão de portfólio leve em consideração: Alinhamento estratégico: os projetos devem estar integrados com a agenda de sustentabilidade da organização; Marca: os projetos devem reforçar o posicionamento da empresa em relação a sustentabilidade; Emissão de CO2/biomateriais: os projetos devem contribuir para a chegarem em níveis nulos de emissão e serem fundamentados em biomateriais; Aproveitamento das capacidades tecnológicas: aperfeiçoar as capacidades tecnológicas da organização em relação a sustentabilidade (Brook & Pagnanelli, 2014).

Assim, esse artigo objetiva analisar as publicações que correlacionam projetos complexos e sustentabilidade no âmbito da construção civil, por meio de uma bibliometria e revisão sistemática da literatura na qual buscou-se artigos com os termos: *"project*", "complex*", "sustainability", "building OR civil OR construction"* na base de dados da Scopus. Através dessa metodologia, busca-se analisar o crescimento, a distribuição e o fator de impacto dos periódicos, as relações de co-ocorrências de palavras chave e co-citações, as publicações por área de conhecimento, os principais periódicos e identificar as principais abordagens metodológicas adotadas pelos pesquisadores no campo.

Além disso, apresenta-se a seguinte questão que norteia essa pesquisa: Como caracteriza-se a produção científica internacional sobre projetos complexos relacionados à sustentabilidade?

Esse trabalho está divido em 5 seções: a primeira apresenta-se a Introdução dos temas tratados na pesquisa; Referencial teórico, na segunda seção expõe os conceitos abordados sobre sustentabilidade e projetos complexos na construção civil; Na terceira seção, apresenta-se a Metodologia utilizada pelos autores para o alcance dos objetivos; A Análise dos Resultados são apresentadas na seção 4, seguida das Conclusões.

2 Referencial Teórico

Projeto é um esforço temporário, com início e término bem definidos e não necessariamente de curto prazo, empregado para criar um produto ou serviço (PMI, 2012). Além disso, possui objetivo claro e bem definido que consome recursos, trabalhando sob pressão de TRA (Kerzner, 2010).

A complexidade do projeto é propriedade de um projeto que dificulta a compreensão, a previsão e a manutenção do seu comportamento geral, mesmo quando há informações razoavelmente completas sobre o sistema do projeto. Os fatores relacionados ao tamanho do projeto, variedade de projetos, interdependência do projeto e contexto do projeto podem auxiliar a dimensionar a complexidade de um projeto (Vidal & Marle, 2008).

A gestão de um projeto complexo envolve várias fases diferentes, às vezes sobrepostas. Muitos dos métodos, técnicas e ferramentas disponíveis de gerenciamento de projetos disponíveis são aplicados na gestão de um projeto complexo. Na prática, isso significaria que mais de 60% dos elementos de competência de projetos podem ser aplicados nos projetos complexos (IPMA, 2006).

Os grandes projetos da construção civil envolvem diversas empresas e recursos humanos, se caracterizando como complexo. Um projeto complexo tem como principal característica o envolvimento de mais de uma organização, consequentemente, diversas partes interessadas e sistemas organizacionais, necessitando assim de uma gestão eficaz de riscos e incertezas (IPMA, 2006). Além disso, exige o domínio de técnicas e ferramentas que subsidiam o gerente de projetos ao sucesso (Klein, Huang & Hung, 2004).

Os projetos sustentáveis avaliam os propósitos, opções, impactos, mitigação e possibilidades de melhorias de suas atividades, além de monitorar e ter controle das lições aprendidas durante seu desenvolvimento (Gibson, 2006).

Profissionais da construção civil estão começando a apreciar a sustentabilidade e reconhecer as vantagens de implementar princípios sustentáveis em projetos da construção civil (Akadiri, Chinyio & Olomolaiye, 2012).

Mapear o desenvolvimento sustentável em processos de gerenciamento de projetos e áreas de conhecimento, expõe as diversas oportunidades para a inserção de diretrizes de sustentabilidade nos mais variados processos de gerenciamento de projetos (EID, 2009). Ademais, a responsabilidade pela sustentabilidade pode ser diferente de um projeto para outro, entretanto o gerente de projeto sempre tem papel decisivo e/ou influente, sendo ele responsável pela efetiva implementação da sustentabilidade (Silvius & Planko, 2012).

Além do gerente de projetos, os stakeholders possuem papel fundamental para o sucesso e alcance desses objetivos, uma vez que eles influenciam e são influenciados pelos projetos ou até mesmo uma decisão, atividade ou entrega (PMI, 2012).

Quando implementadas em projetos, os processos de avaliação de sustentabilidade precisam: Induzir os gerentes de projetos a contemplarem iniciativas potencialmente sustentáveis; Considerar as interdependências e buscar múltiplos ganhos de reforço em todas as frentes de trabalho; Especificar os critérios de decisão de sustentabilidade e as regras de trade-off para contextos específicos (Gibson, 2006).

Para implementação da sustentabilidade no ambiente construtivo é necessário identificar a demanda de conhecimento sobre gestão ambiental no projeto e aplicá-lo, por exemplo: no planejamento do escopo deve-se levar em consideração as consequências que o projeto trará ao meio ambiente em seu entorno e quais as mudanças no escopo poderão ser uma opção viável quando se identifica um impacto ambiental negativo; e a inclusão da gestão ambiental como uma área de conhecimento na Estrutura Analítica de Projeto (EAP) (Maia, 2012; Barros, 2017).

Os projetos de obras e edifícios devem levar em consideração os aspectos econômicos, sociais e ambientais de forma a equilibrá-los. A Figura 1 expõe a estrutura de implementação da sustentabilidade através de três objetivos a serem seguidos (conservação dos recursos, eficiência dos custos e projeto de adaptação humana) e suas respectivas estratégias.

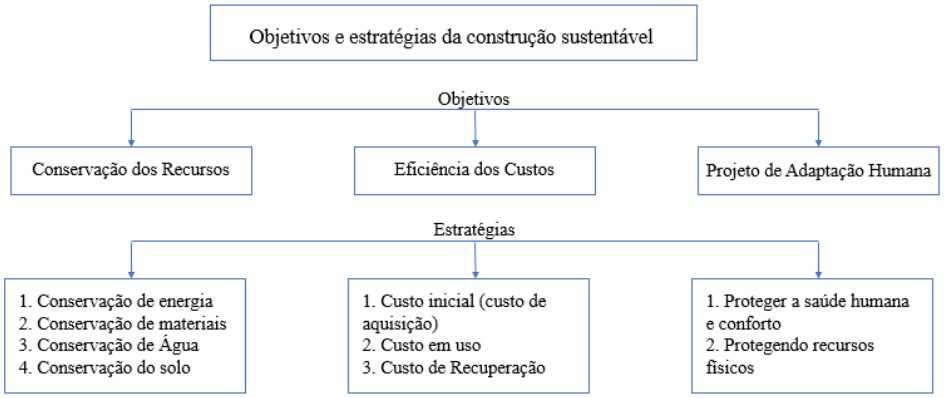

Figura 1. Estrutura de implementação da sustentabilidade na construção civil
Fonte: Akadiri, P. O., Chinyio, E. A., & Olomolaiye, P. O. (2012). Design of a sustainable building: A conceptual framework for implementing sustainability in the building sector. ***Buildings, 2***(2), 126-152.

Esses objetivos são amplamente atendidos pelas construções verdes ou "*Green Buildings*". Eles usam os recursos como energia, água, materiais e solo de forma mais eficiente, investem em luz natural e melhor qualidade do ar, consequentemente elevam a qualidade de vida de seus habitantes (Kats, 2003).

A conservação dos recursos fundamenta-se em otimizar a produção de maneira a eleva-la usando o mínimo possível. Os recursos naturais são limitados e seu uso deve ser tratado com cautela, optando-se pela utilização de materiais renováveis (Halliday, 2008). Entretanto, a indústria da construção civil é reconhecida por consumir em grande escala os recursos naturais e, portanto, as iniciativas para a criação de construções sustentáveis devem aumentar a eficiência do uso desses recursos (Graham, 2009).

Para tal, algumas iniciativas devem ser tomadas, tais como: O desenvolvimento de processos tecnológicos energeticamente eficientes; Uso de materiais não-tóxicos e duráveis; Sistemas de coleta de água das chuvas; Projetos de paisagismo com baixa demanda de água; Implementação de projetos de reaproveitamento de água; Adaptação de construções já existentes; Inserção de projeto de construção perto da infraestrutura existente; entre outras (Akadiri, Chinyio &Olomolaiye, 2012).

A eficiência dos custos está relacionada em o quão os projetistas são capazes de desenvolver alternativas econômicas que reduzam os custos a curto e a longo prazo. As decisões tomadas com base no custo inicial do projeto, sem levar em consideração os gastos com futuras manutenções, são acompanhadas por erros no investimento e controle inadequado das decisões (Giudice, La Rosa & Risitano, 2005). Portanto, o custeio do ciclo de vida de um edifício sustentável exige um projeto minucioso e abrangente que envolva os custos de aquisição, uso e de manutenção (Akadiri, Chinyio &Olomolaiye, 2012).

Os edifícios devem proporcionar aos ocupantes condições de segurança e saúde para que os mesmos possam desempenhar suas atividades. Para tal, soluções visem conforto térmico, acústico e de iluminação devem ser empregadas e vistas como prioridades. Assim, as instalações prediais como elétricas, de saneamento e distribuição de água devem ser eficazes, bem como projetos de prevenção e combate a eventuais acidentes.

Portanto, os projetos sustentáveis buscam tecnologias verdes e suas estratégias aumentam a qualidade do ambiente interno da edificação, deixando-o mais propicio à saúde humana e à produtividade. (Browning & Romm, 1995).

3 Metodologia

A abordagem metodológica utilizada foi de revisão sistemática da literatura associada a bibliometria, no qual o objetivo é analisar a literatura sobre um tema em particular, que no caso é conhecer o comportamento da produção científica internacional relacionada a sustentabilidade em projetos complexos na construção civil. Para tal, foi consultada a base de dados Scopus, cuja base oferece um panorama abrangente da produção científica graças a quantidade de trabalhos indexados. Além disso, fator de impacto calculado pelo Journal Citation Report (JCR) são disponibilizados nesta base.

A bibliometria se apresenta como um procedimento relevante para a visualização de indicadores da publicação científica. A mesma é definida por Café e Bräscher (2008) como um conjunto de leis e princípios aplicados a métodos estatísticos e matemáticos que visam o mapeamento da produtividade científica de periódicos, autores e representação da informação.

Este estudo foi possui duas etapas. Primeiramente, foi realizada uma busca sistemática para a obtenção da amostra da pesquisa. Para tal, usou-se a base de dados da Scopus por ela possuir 5.000 autores que publicam na plataforma, mais de 71 milhões de documentos indexados e 23.700 periódicos. A segunda etapa compreendeu a análise sistemática da literatura e a bibliometria.

A busca sistemática foi realizada em maio de 2018, limitada a artigos, com os termos "*project*", "complex*", "sustainability", "building OR civil OR construction*", onde a base de dados selecionou os títulos, resumos e palavras-chave com os termos supracitados, o que resultou em 461 artigos. Mais uma vez a busca foi refinada aos idiomas português e inglês, o que fez a amostra diminuir para 331 artigos.

A análise da amostra coletada foi realizada com auxílio de dois softwares o Excel e o *VosViewer*. O *VosViewer* é *software* para criação e visualização de redes bibliométricas. Possui a função de mineração de texto que pode ser usada para construir e visualizar redes de co-ocorrência de termos importantes retirados de uma base de dados. Com ele se fez uso para a criação das redes de palavras-chave e de co-citação. O Excel foi utilizado para a criação dos gráficos, tabelas e quadros que fornecessem as informações necessárias para as avaliações descritivas relacionadas a quantidade e distribuição da produção, os principais autores, as publicações por área de conhecimento e os principais periódicos.

Posteriormente, o estudo bibliométrico foi a alternativa utilizada nessa pesquisa pois sua abordagem cientifica permite avaliar a produção de artigos sobre determinada temática, identificar as comunidades acadêmicas e conhecer as redes de pesquisadores e suas motivações (Chueke & Amatucci, 2015). Dentre as vantagens desse tipo de estudo encontram-se o sistema de revisão, originalidade dos resultados da pesquisa, disponibilidade de literatura e os critérios de limitação (ou as regras de análises) mais transparentes (GLÄNZEL, 2003).

Assim, analisou-se as produções cientificas e autores mais citados na base. Com isso, foi possível conhecer tais obras na íntegra e descrever as metodologias abordadas, os objetivos de estudo e as respectivas instituições nas quais os autores são filiados. Por fim, vale ressaltar que as das redes de co-citação de publicações e co-ocorrência de palavras chave são importantes para delinear as características do campo científico estudado e conhecer os autores mais influentes dentro da rede (Vanti, 2002).

4 Análise dos resultados

O Gráfico 1 apresenta a distribuição de produção de artigos durante os anos de 1987 até 2018, totalizando 331 documentos no período em que foi realizada a busca. Durante 17 anos o número de publicações anuais varia de 0 a 4, tendo um crescimento a partir de 2005 com 6 publicações. E no ano de 2017 obteve-se maior número de publicações totalizando 45 artigos.

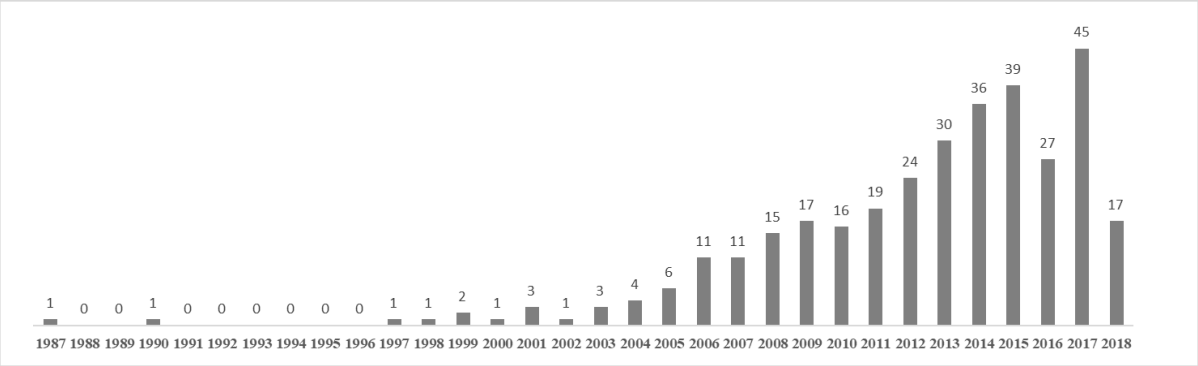

Gráfico 1. Publicações por ano

Fonte: Os autores

Em 1987 tem-se apenas uma amostra intitulada: "*Sustainable development of fragile lands: The case of extensive livestock production in Africa*" de Gow, D.D publicado no periódico *Agricultural Administration and Extension*, na qual possui 3 citações na *Scopus*. O autor analisa os problemas associados ao desenvolvimento sustentável a longo prazo de terras frágeis na África e se a assistência internacional dos doadores ao setor pecuário extensivo nos trópicos semiáridos da África fracassou por causa do projeto associado.

Em 2013, a quantidade de produções chegou a 30, mostrando o interesse que os pesquisadores tiveram acerca do tema. Para o conhecimento das abordagens desses trabalhos, o Quadro 1 expõe a temática mais frequente que as produções abordam a partir de 2013 até 20018.

Ano	Foco
2013	Projeto de construções verdes e tecnologias relacionadas a sustentabilidade das edificações, como a utilização de telhados verdes e energia solar em residências, por exemplo.
2014	Analisaram a necessidade da inclusão de conhecimentos relacionados ao gerenciamento da construção e sustentabilidade no ensino superior de engenheiros e na importância da arquitetura na composição de um projeto verde. Além de abordarem estudos de caso em que houveram modificações em edificações para deixá-las mais sustentáveis.
2015	Destacou-se a importância que o BIM (*Building Information Modeling*) possui na construção civil para minimizar desperdícios e aumentar a sustentabilidade de projetos, enquanto outros focaram nos desafios no planejamento de hospitais mais sustentáveis.
2016	Abordam a eficiência energética nas edificações como uma parte essencial da sustentabilidade na construção civil e reiteram a importância da arquitetura para a construção verde. Além de ressaltarem a importância da escolha de materiais mais sustentáveis para a realização de construções mais sustentáveis.
2017	Reforçam a importância do BIM para o desenvolvimento de projetos sustentáveis e ressaltam a importância do triple bottom line na construção civil sustentável. Além de relatar os desafios para a implementação de uma construção verde.
2018	Ênfase na necessidade da integração da sustentabilidade na construção e de um design mais sustentável ainda nos estágios iniciais de um projeto.

Quadro 1. Abordagens com maiores frequências por ano
Fonte: Os autores

Os dados da pesquisa mostraram que os Estados Unidos foi o país que mais produziu artigos sobre o tema (75 trabalhos), seguido do Reino Unido (51 trabalhos) e Austrália (25 trabalhos), conforme o Gráfico 2. Apresenta-se no Gráfico 2 apenas os países com mais de 5 publicações sobre o tema selecionado.

Os artigos dos Estados Unidos buscam analisar as consequências que a implementação de determinada obra possa trazer a comunidade, sejam ela obras de contenção, pontes, barragens, edifícios ou qualquer projeto de infraestrutura urbana. Outras linhas de pesquisas abordam a complexidade da implementação da sustentabilidade nos diversos ambientes de trabalho e buscam alternativas educacionais como ferramenta de solução.

O Gráfico 3 expõe as áreas que publicaram sobre o tema, com o número de publicações. Com mais de 100 trabalhos, estão em destaque as Ciências Sociais (23%), Engenharias (20%) e Ciência Ambiental (19%).

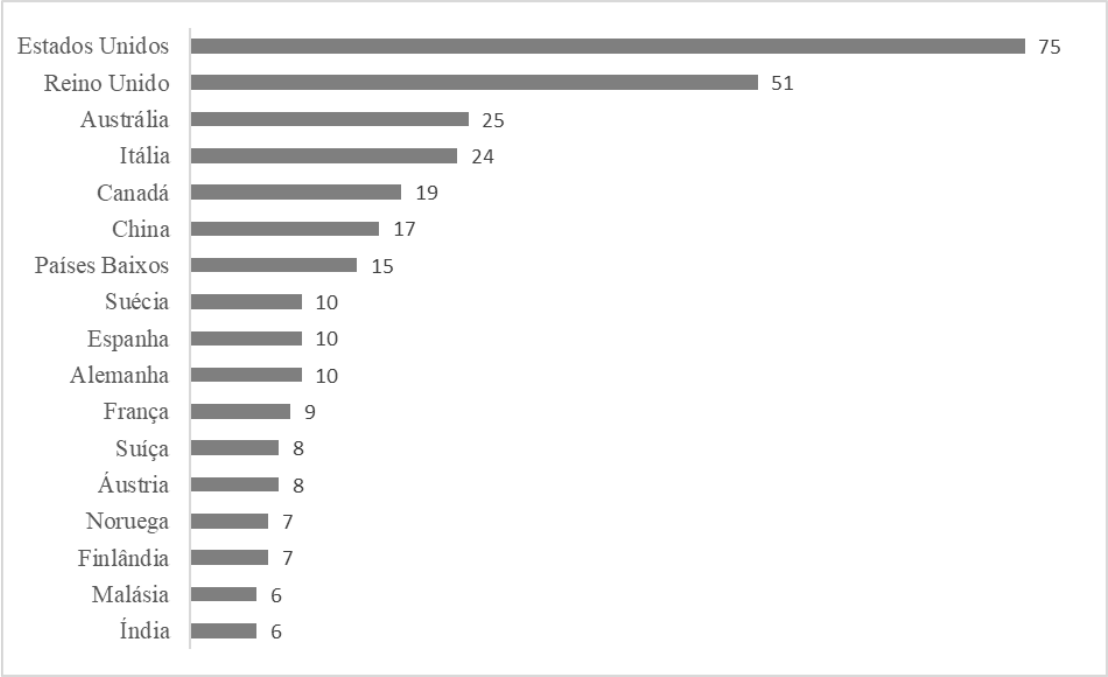

Gráfico 2: Países que mais produziram artigos sobre o tema
Fonte: Os autores

As demais áreas do conhecimento com menos de 7 publicações foram classificadas no gráfico como "Outras", sendo elas: Engenharia Química; Saúde; Ciência dos Materiais; Química; Matemática; Enfermagem; Psicologia; Bioquímica; Genética e Biologia Molecular; Multidisciplinar; Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica.

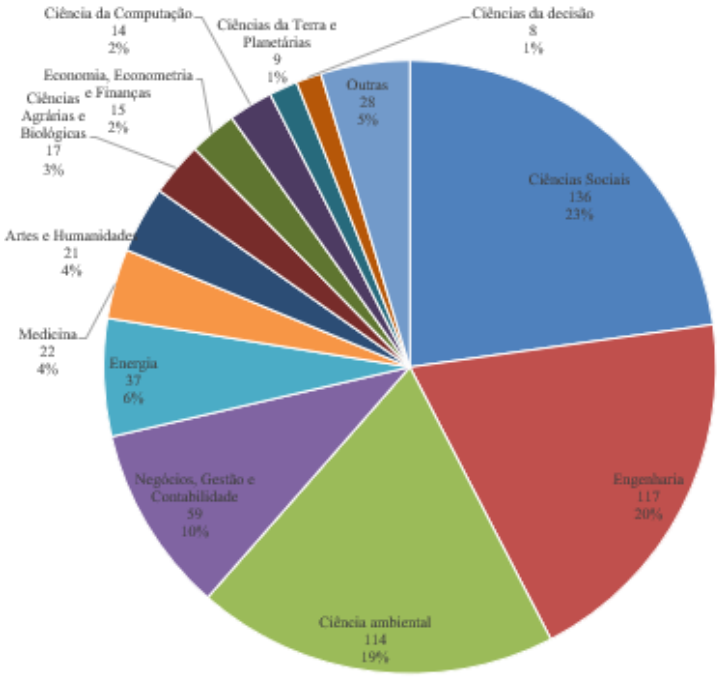

Gráfico 3. Áreas de pesquisa
Fonte: Os autores

Em destaque, com 75 citações na *Scopus*, está o trabalho de Burçin Becerik-Gerber, David Jason Gerber e Kihong Kum intitulado: "*The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: Integrating recent trends into the*

curricula". Publicado em 2011 na revista *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, os autores examinaram 101 programas da indústria U.S. AEC com foco em áreas de Modelagem de Informações de Construção (BIM) e sustentabilidade, e analisaram como inovações educacionais de ensino à distância, colaboração multidisciplinar, colaborações do setor são implementadas para desenvolver competências fundamentais nessas duas áreas.

Na analisa da complexidade existente da implementação de projetos da construção civil, em termos econômicos, sociais e ambientais, o estudo de Amy McNally, Darrin Magee e Aaron T. Wolf ganham destaque. O trabalho intitulado: "*Hydropower and sustainability: Resilience and vulnerability in China's powersheds*", publicado no *Journal of Environmental Management*, em 2009, descreve a complexidade das obras de barragens usando os frameworks de sustentabilidade e *powershed* e estuda as ações das instituições na China para compreender as relações entre poder, segurança humana e o sistema socioecológico.

A base de dados da pesquisa forneceu 158 autores dos quais 138 possuem apenas uma citação e 17 com duas citações. Apenas 3 autores possuem mais de duas citações na base da amostra, conforme o Quadro 2.

Autoria	Qtde de citações	Filiação	País
Bottero, M.	4	Politecnico di Torino	Itália
Horman, M.J.	3	Pennsylvania State Univ.	Estados Unidos
Korkmaz, S.	3	School of Planning, Design, and Construction	Estados Unidos

Quadro 2: Autores com mais de duas citações
Fonte: Os autores

O artigo mais citado da Marta Carla Bottero é intitulado: "*Decision making and cultural heritage: An application of the Multi-Attribute Value Theory for the reuse of historical buildings*" publicado na revista *Journal of Cultural Heritage*, em 2013, no qual ela é coautora juntamente com Giulio Mondini, sendo Valentina Ferretti. autora principal. Esse trabalho possui #36 e analisa o problema da avaliação da sustentabilidade em projetos de patrimônio cultural, usando a abordagem da MAVT (*Multi-AttributeValue Theory*). Usa um estudo de caso como metodologia sobre a reutilização de edifícios históricos na área metropolitana de Turim (Itália), explorando a contribuição do MAVT para problemas de decisão no campo do patrimônio cultural.

Por sua vez, o artigo mais citado do Michael J. Horman foi publicado em 2005, intitulado: "*Continuous value enhancement process*" publicado na *Journal of Construction Engineering and Management* no qual ele é coautor, tendo Michael H. Pulaski como autor principal. O trabalho objetiva integrar demandas sustentáveis em práticas de gerenciamento de projetos, desenvolvendo um modelo baseado em processos para detalhar as decisões de projeto relativas à sustentabilidade em construções civis de alto desempenho. A metodologia utilizada foram dois estudos de caso para determinar se a *ferramenta Continuous Value Enhancement Process* - CVEP foi capaz de identificar sistematicamente soluções de projeto que melhoram o desempenho do projeto e aumentam os níveis de sustentabilidade, possui #24 citações na Scopus.

Já o autor Sinem Korkmaz possui a maior citação no artigo: "*Project delivery metrics for sustainable, high-performance buildings*" publicado na *Journal of Construction Engineering* and Management em 2011, no qual ele é coautor juntamente com o David R. Riley, sendo Lipika Swarup primeiro autor. O estudo adota métricas de avaliação definidas para mostrar descritivamente até que ponto os relacionamentos e a influência dos atributos de entrega do projeto, como comprometimento do proprietário, integração da equipe e

relacionamentos contratuais, afetam as metas de sustentabilidade do projeto. Tem como metodologia o estudo de caso e métodos qualitativos de análise para avaliar e verificar as métricas de entrega do projeto a nível de sustentabilidade desejado em projetos. Esse artigo possui #30 citações.

O Quadro 3 expõe um resumo de obras com duas ou mais citações na base de dados dessa pesquisa e informações como: autores, ano da publicação, título do artigo, periódico, objetivo e método.

O Quadro 4 expõe os periódicos com mais de quatro publicações e seu respectivo Fator de Impacto- FI.

Periódicos	#	FI
Sustainability Switzerland	15	2.075
WIT Transactions on Ecology and the Environment	12	*
Journal of Construction Engineering and Management	7	2.201
Architectural Engineering and Design Management	4	*
Journal of Cleaner Production	4	5.651
Journal of Environmental Management	4	4.005
Journal of Green Building	4	*
Proceedings of the Institution of Civil Engineers Engineering Sustainability	4	1.500

Quadro 4. Principais periódicos
Fonte: Os autores

O periódico *Sustainability Switzerland* tem como escopo a promoção de estudos avançados relacionados à sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, e é publicado mensalmente on-line pelo *Multidisciplinary Digital Publishing Institute* -MDPI. Está presente na base de dados da Scopus desde 2009.

O *WIT Transactions On Ecology And The Environment* aborda pesquisas relativas às seguintes áreas temáticas voltadas à Ecologia, Engenharia Ambiental, Recursos Hídricos, Poluição do Ar, Design e Natureza, Desenvolvimento Sustentável, Saúde Ambiental. O periódico participio da base de dados da Scopus de 2006 a 2015, retornando em 2017 e continua até o momento da realização desse estudo.

Já o *Journal Of Construction Engineering And Management* publica pesquisas que visam o avanço da ciência da engenharia de construção, harmonizar as práticas de construção com teorias de design e educação, e pesquisa em engenharia e gerenciamento de construção. Os trabalhos são direcionados, mas não limitantes, aos tópicos de: manuseio do material de construção, equipamentos, planejamento de produção, especificações, programação, estimativa, controle de custos, controle de qualidade, produtividade do trabalho, inspeção, administração de contratos, gerenciamento de construção, aplicativos de computador e preocupações ambientais. Está presente na Scopus desde de 1982.

Presente na base de dados da Scopus desde 2005, *Architectural Engineering and Design Management* aborda tópicos específicos sobre tecnologia de arquitetura, projetos de engenharia, desempenho e gerenciamento de projetos de construção, destacando interfaces entre eles e preenchendo a lacuna entre abstração arquitetônica e prática de engenharia.

Por sua vez, o *Journal of Cleaner Production* é uma revista transdisciplinar, direcionada à pesquisa e a prática da Produção Mais Limpa, Ambiental e Sustentável. Está presente na Scopus desde 1993.

O *Journal of Environmental Management* é voltado a pesquisas inéditas revisadas por pares para todos os aspectos do gerenciamento e do uso gerenciado do ambiente, tanto natural quanto artificial. Participa na escopos nos anos 1970, 1973, 1975 e desde 1977.

ISSN: 2317-8302

Autores	Ano	Título do Artigo	Periódico	Objetivo	Método	#
Bottero, M.	2013	Decision making and cultural heritage: An application of the Multi-Attribute Value Theory for the reuse of historical buildings	Journal of Cultural Heritage	Analisar o problema da avaliação da sustentabilidade em projetos de patrimônio cultural	Estudo de caso	4
Horman, M.J.	2005	Continuous value enhancement process	Journal of Construction Engineering and Management	Integrar demandas sustentáveis em práticas de gerenciamento de projetos, através um modelo baseado em processos para detalhar as decisões sustentáveis em projeto de construções civis	Estudo de caso	3
Korkmaz, S.	2011	Project delivery metrics for sustainable, high-performance buildings	Journal of Construction Engineering and Management	Mostrar descritivamente até que ponto os relacionamentos e a influência dos atributos de entrega do projeto	Estudo de caso e qualitativo	3
Azhar, S.	2009	Bim for sustainability analyses	International Journal of Construction Education and Research	Investigar a viabilidade de análises de sustentabilidade baseadas em BIM	Estudo de caso e entrevistas semiestruturadas	2
Bilec, M.M.	2015	Life cycle assessment use in the North American building community: summary of findings from a 2011/2012 survey	International Journal of Life Cycle Assessment	Esclarecer o estado do conhecimento da avaliação do ciclo de vida em uma população e compreender os benefícios e as barreiras percebidas para sua aplicação.	Revisão da literatura	2
Buffoli, M.	2015	Healthcare sustainability challenge	Green Energy and Technology	Definir soluções e estratégias para a realização de hospitais operativos ou em projeto sustentáveis existentes, nos quais a sustentabilidade se aplica às principais macro áreas.	Estudo de caso	2
Mahdjoubi, L.	2013	Testing the effectiveness of a web-based portal system for the building control sector	Automation in Construction	Relatar o conteúdo, o design e a funcionalidade de um portal para o setor de controle de edifícios	Estudo comparativo	2
Mondini, G.	2014	Decision making and cultural heritage: An application of the Multi-Attribute Value Theory for the reuse of historical buildings	Journal of Cultural Heritage	Analisar o problema da avaliação da sustentabilidade em projetos de patrimônio cultural usando a abordagem MAVT (Multi-AttributeValue Theory Theory)	Estudo de caso	2
Sepe, M.	2010	Place identity and placemaker: Planning the urban sustainability	Journal of Urban Planning and Development	Ilustra o método de análise de indicador de local e investigando sobre a construção de índices complexos a partir de dados e símbolos relacionados à identidade do local	Analise por software	2
Walters, J.P	2017	Revealing causal pathways to sustainable water service delivery using FsQCA	Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development	Construir sobre teoria e prática sobre as combinações de condições que influenciam a sustentabilidade do serviço de água quando parceiros externos estão envolvidos	Análise Comparativa Qualitativa	2
Zavadskas, E.K.	2007	Multiple criteria evaluation of rural building's regeneration alternatives	Building and Environment	Classificar as alternativas de regeneração do edifício disponíveis a partir da abordagem de sustentabilidade de critérios múltiplos	Estudo de caso	2

Quadro 3. Resumo das obras mais citadas
Fonte: Os autores

O *Journal of Green Building* está presente na Scopus desde 2006 e publica artigos revisados por pares nas áreas de engenharia, arquitetura, construção, gerenciamento de construção, ciência da construção, gerenciamento de instalações, arquitetura paisagística, design de interiores, planejamento urbano e comunitário e todas as disciplinas relacionadas à ambiente construído.

Proceedings of the Institution of Civil Engineers Engineering Sustainability publica pesquisas acerca da busca e implementação de princípios de sustentabilidade por meio de planejamento, projeto e aplicação de engenharia. Está presenta na Scopus desde 2004.

A Figura 2 apresenta a rede de co-ocorrência de palavras-chave dos artigos da amostra. Nela, o tamanho dos nós indicam a frequência de ocorrência e sua co-ocorrência na quantidade de publicações. Além disso, a distância de um nó para o outro representa sua relação, por exemplo, quanto mais distante um nó estiver do outro, menos relação eles terão.

Como critério de limitação, usou-se pelos menos 5 ocorrências das palavras-chave nos artigos da base de dados do estudo, levando a 90 nós, organizados em 6 clusters distintos.

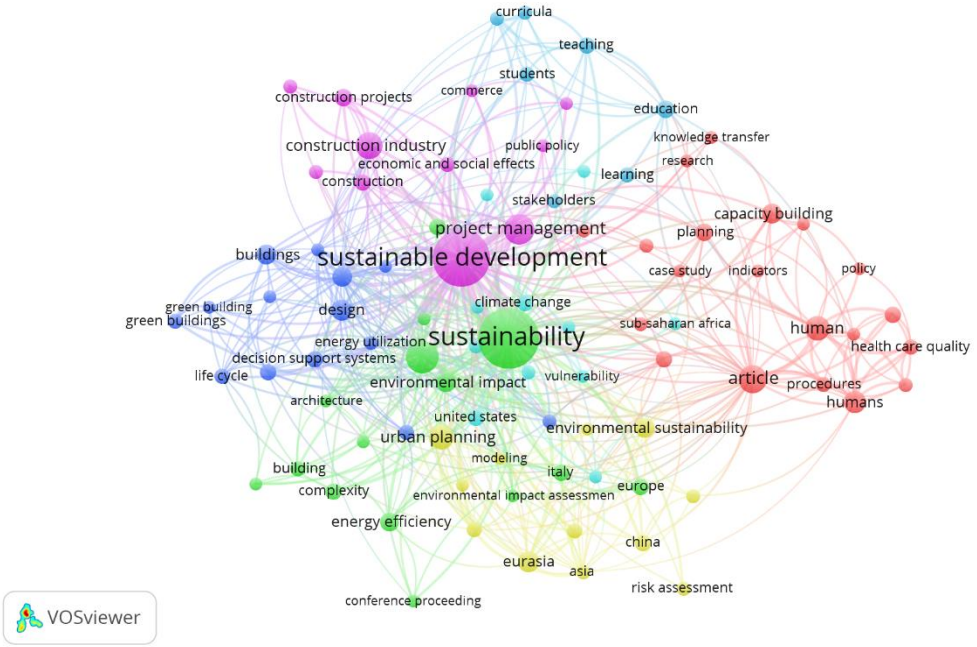

Figura 2. Co-ocorrência de palavras-chave
Fonte: Os autores

O cluster 1 distinguido pela cor Lilás possui "*sustainable development*" como a palavra de maior frequência, e as demais presentes denotam que o grupo está direcionado a pesquisas que analisam as necessidades socioeconômicas comunitárias através de projetos da indústria da construção civil. Já o cluster 2 - Verde, onde a "*sustainability*" possui maior destaque, demonstra que o grupo está voltado a manutenção e ao equilíbrio do triple *bottom line* da sustentabilidade ao mostrar palavras como: "*energy effiency", "environmental impact", "impact assessmen*t", entre outras. As palavras-chave do cluster 3- Vermelho denotam pesquisas (usando como metodologia estudos de caso) direcionadas a saúde e qualidade de vida humana. O cluster 4- Azul Escuro, expões as tendências construtivas sustentáveis, voltado para aos projetos de *green buildings* e a aplicação de estratégias ecológicas a obras da construção civil. O grupo 5- Azul Claro é direcionado ao aprendizado e

ensino sobre as questões relacionadas a questões climáticas. Por fim, o grupo 6- Amarelo, apresenta nome de países, possivelmente os lugares onde foram realizados estudos de caso, e palavras que denotam a necessidade de planejamento urbano

Figura 3 mostra a rede de co-citação de referências, na qual foi usado como critério de no mínimo de duas citações. Dessa forma, a rede resultou em 27 nós, entretanto nem todos estão conectados uns aos outros. Apenas quatro nós estamos correlacionados entre si, formando um único grupo.

Figura 3. Redes de co-citação de publicações
Fonte: Os autores

Nessa rede o autor #1 - Frank W. Geels possui dois artigos intitulados: "*From sectoral systems of innovation to socio-technical systems Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory"* (2004) e "*Typology of sociotechnical transition pathways*" (2007), esse último tem como coautor #2 - Johan Schot. O primeiro, publicado em 2004, analisa sistemas setoriais de inovação através de uma perspectiva conceitual coerente em vários níveis, usando insights da sociologia, teoria institucional e estudos de inovação. O artigo é principalmente conceitual e teórico, usando insights de diferentes literaturas. O segundo, publicado em 2007, objetiva utilizar críticas na perspectiva de vários níveis como degraus para refinamentos conceituais adicionais e desenvolve uma tipologia de quatro caminhos de transição: transformação, reconfiguração, substituição tecnológica e desalinhamento e realinhamento.

Por sua vez, #3 - Adrian Smith, Jan-Peter Voß e John Grin publicaram em 2010 um trabalho intitulado: "*Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges"*. Eles analisam o desenvolvimento sustentável através de uma revisão da literatura.

Por fim, a autora #4 - Kathleen M. Eisenhardt publicou em 1989 o artigo intitulado: "*Building Theories from Case Study Research*". O artigo busca contribuir de duas maneiras: 1) um roteiro para construir uma série de procedimentos para analisar teorias qualificadoras da pesquisa de estudo de caso; 2) construção de teoria de posicionamento de estudos de caso e de caso cruzado e o papel da pesquisa em ciências sociais.

5 Conclusões/Considerações finais

O objetivo desse trabalho foi analisar as publicações que correlacionam projetos complexos e sustentabilidade no âmbito da construção civil, por meio de uma bibliometria e revisão sistemática da literatura e responder a seguinte questão de pesquisa: Como caracteriza-se a produção científica internacional sobre projetos complexos relacionados à sustentabilidade?

Apesar do crescimento dos movimentos ambientalistas e das ações da ONU (como a Conferência de Estocolmo ocorrida em 1972), a primeira publicação acerca do tema surgiu apenas em 1987, quase duas décadas depois em relação a Conferência. Ademais, apenas a partir de 2006 que se tem mais de dez publicações por ano e um crescimento considerável em 2012, mostrando que esse tema tem se mostrado de caráter emergente.

Os Estados Unidos estão em destaque quando se trata de pesquisas relacionadas a projetos sustentáveis na construção civil. Os resultados deste estudo mostraram que ele é o país com o maior número de publicações sobre o tema e os autores que ocupam o segundo e terceiro lugar no ranking de autores mais citados também são filiados a instituições estadunidenses. Tal fato pode estar relacionado com a quantidade de construções verdes existentes no país com certificação Leadership in Energy and Environmental Design- LEED, no qual o país também lidera o ranking mundial.

A LEED teve sua efetiva aplicação por volta do ano de 2000, o que pode ter influenciado diretamente as pesquisas relacionadas a temática. Observou-se que a quantidade de artigos publicanos na Scopus a partir do início do século XXI manteve-se crescente, com pequenas variações, e em 2006 o número de publicações aumentou consideravelmente em relação aos anos anteriores. É válido acrescentar que as áreas de pesquisa com mais publicações aqui identificadas, são exatamente aquelas que o Triple Bottom Line da sustentabilidade está mais presente (Ciências Sociais, Engenharias e Ciência Ambiental) e elas dão subsídios para os critérios de obtenção da certificação LEED.

Além disso, os métodos de pesquisa analisados, em sua maioria, são estudos de caso, mostrando que os estudos desenvolvidos estão relacionados ao interesse da indústria em investir em tecnologias verdes. Esse fato também expõe a influência que os gerentes de projetos possuem ao buscarem soluções sustentáveis, tanto na construção civil em si, quanto no incentivo a novas pesquisas acerca do tema.

A literatura internacional considera maioria dos projetos da construção civil como complexos, mais especificamente as edificações, por envolverem diversas variáveis e interesses. Além disso, concordam que a sustentabilidade deve atender aos critérios econômicos, sociais e ambientais e que a manutenção do equilíbrio desses três aspectos é carregada de barreiras. As dificuldades encontradas estão relacionadas principalmente a questões econômicas a curto prazo, como dinamizar o espaço de maneira a favorecer qualidade de vida dos seus ocupantes, a necessidade de informações e a quantidade de incertezas.

Ademais, apesar dos estudos de caso apresentados no Quadro 2 estarem direcionados a construção de edificações, é válido lembrar que a complexidade dos projetos está presente em outros tipos de obras, e que para a aplicação da sustentabilidade em seus portfólios, os gerentes devem levar em consideração: o alinhamento estratégico da organização; a gestão integrada dos recursos; as definições do escopo; a criação de critérios avaliativos de desempenho; e uma boa gestão de stakeholders.

Por fim, os resultados dessa pesquisa se limitam a estudar os artigos presentes na base selecionada, Scopus, não abordando pesquisas presentes em outras bases de dados nacionais. Para trabalhos futuros, a pesquisa poderia envolver outras plataformas de indexação e analisar documentos científicos em outros idiomas.

Referências

Akadiri, P. O., Chinyio, E. A., & Olomolaiye, P. O. (2012). Design of a sustainable building: A conceptual framework for implementing sustainability in the building sector. ***Buildings***, *2*(2), 126-152.

Ayres, R. U. (1996). Statistical measures of unsustainability. ***Ecological Economics***, *16*(3), 239-255.

Corrêa, L. R. (2009). Sustentabilidade na construção civil. *Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil)-**Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais***.

Brook, J. W., & Pagnanelli, F. (2014). Integrating sustainability into innovation project portfolio management–A strategic perspective. ***Journal of Engineering and Technology Management***, *34*, 46-62.

Heerwagen, J. (2000). Green buildings, organizational success and occupant productivity. ***Building Research & Information***, *28*(5-6), 353-367.

Brundtland, G. H. (1987). Our common future—Call for action. ***Environmental Conservation, 14*(4)**, 291-294.

Café, L. M. A., & Bräscher, M. (2008). Organização da informação e bibliometria 10.5007/1518-2924.2008 v13nesp1p54. ***Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação***, *13*(1), 54-75.

Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International journal of physical distribution & logistics management*, *38*(5), 360-387.

Chueke, G. V., & Amatucci, M. (2015). O que é bibliometria? Uma introdução ao fórum. *Internext*, *10*(2), 1-5.

Eid, M. (2009). Sustainable development & project management. ***Cologne: Lambert Academic Publishing, 176.***

Ghoddousi, P., Nasirzadeh, F., & Hashemi, H. (2018). Evaluating Highway Construction Projects' Sustainability Using a Multicriteria Group Decision-Making Model Based on Bootstrap Simulation. ***Journal of Construction Engineering and Management, 144*(9), 04018092**.

Gibson, R. B. (2006). Sustainability assessment: basic components of a practical approach. *Impact **Assessment and Project Appraisal, 24*(3)**, 170-182.

Giudice, F. L. R. G., La Rosa, G., & Risitano, A. (2005). Materials selection in the life-cycle design process: a method to integrate mechanical and environmental performances in optimal choice. ***Materials & Design, 26*(1)**, 9-20.

Glanzel, W. (2003). ***Bibliometrics as a research field a course on theory and application of bibliometric indicators.***

Graham, P. (2009). ***Building ecology: First principles for a sustainable built environment***. John Wiley & Sons

Halliday, S. (2008). ***Sustainable construction***. Routledge.

Initiative (2002), G. E-S. ***Industry as a partner for sustainable development: Information and communications technology***. [s.l: s.n.].

IPMA, I. (2006). ICB-IPMA-Competence Baseline Version 3.0. ***International Project Management Association, Nijkerk.***

Kats, G., Alevantis, L., Berman, A., Mills, E., & Perlman, J. (2003). The costs and financial benefits of green buildings. ***A report to California's sustainable building task force, 134***.

Kerzner, H. (2010). Recovery Project Management: Techniques and Tactics For Reversing Failing Projects.

Jiang, J. J., Klein, G., Hwang, H. G., Huang, J., & Hung, S. Y. (2004). An exploration of the relationship between software development process maturity and project performance. ***Information & Management, 41*(3),** 279-288.

Brent, A., & Labuschagne, C. (2006). Social indicators for sustainable project and technology life cycle management in the process industry (13 pp+ 4). ***The International Journal of Life Cycle Assessment, 11*(1),** 3-15.

Lozano, R. (2012). Towards better embedding sustainability into companies' systems: an analysis of voluntary corporate initiatives. ***Journal of Cleaner Production, 25***, 14-26.

Maia, G. A. da S (2017). O gerenciamento ambiental do projeto. **Revista Mundo PM**, Curitiba.

Vanti, N. A. P. (2002). Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. ***Ciência da informação, 31*(2)**, 152-162.

Guide, P. M. B. O. K. (2004). A guide to the project management body of knowledge. In ***Project Management Institute*** (Vol. 3).

PMI (2011). The bottom line of sustainability. Disponível em<https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/white-papers/the-bottom-line-on-sustanability.pdf>

Silvius, A. J., & Schipper, R. P. (2014). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. ***Social Business, 4*(1),** 63-96.

Silvius, G., SChIPPER, R. O. N., & Planko, J. (2012). *Sustainability in project management*. Gower Publishing, Ltd.

Van Marrewijk, A., Clegg, S. R., Pitsis, T. S., & Veenswijk, M. (2008). Managing public–private megaprojects: Paradoxes, complexity, and project design. ***International journal of project management, 26***(6), 591-600.

Vanti, N. A. P. (2002). Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. ***Ciência da informação, 31***(2), 152-162.

Vidal, L. A., & Marle, F. (2008). Understanding project complexity: implications on project management. ***Kybernetes***, ***37***(8), 1094-1110.