



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

EMANUELLY LIDIANY GOMES DA TRINDADE

**AVALIAÇÃO DAS BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA
SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Recife
2018

EMANUELLY LIDIANY GOMES DA TRINDADE

**AVALIAÇÃO DAS BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA
SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gerência da produção.

Orientador: Profº. Dr. Luciana Hazin Alencar.

Recife

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260.

T831a Trindade, Emanuely Lidiany Gomes da.

Avaliação das barreiras para implementação da sustentabilidade na construção civil. / Emanuely Lidiany Gomes da Trindade - 2018.

141 folhas, Il., Tabs. e Abr.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Hazin Alencar.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2018.

Inclui Referências e Apêndices.

1. Engenharia de Produção. 2. Construção civil. 3. Sustentabilidade. 4. Barreiras para implementação. 5. Bow-tie. I. Alencar, Luciana Hazin (Orientadora). II. Título.

EMANUELLY LIDIANY GOMES DA TRINDADE

**AVALIAÇÃO DAS BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA
SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 18/12/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Luciana Hazin Alencar (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Danielle Costa Moraes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Antônio Acácio de Melo Neto (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho a minha família, em especial aos meus pais, por todo incentivo e ajuda sempre!

AGRADECIMENTOS

À minha família: as minhas irmãs Danielly e Annielly e em especial aos meus pais, Socorro e Manoel Trindade, pelo apoio diário a todos os meus desafios e por tudo que fizeram por mim em toda essa caminhada... por me darem esperança e acreditarem em mim, quando as vezes, nem eu conseguia... Aos meus pequenos Arthur (não tão pequeno), Júlia e Beatriz, por recarregarem minhas energias sempre que possível... Obrigada pelo amor, carinho, apoio, paciência, companheirismo...por TUDO!

Aos professores do PPGEP pelos conhecimentos transferidos, em especial a professora Luciana Hazin Alencar, pela orientação, paciência e ensinamentos ao longo de todo o desenvolvimento desse trabalho. Como também ao professor Marcelo Hazin Alencar e a futura doutora Luanda Regina Reis Lima, pela parceria no desenvolvimento de pesquisas.

À Dryca, Junior, Luanda, Amanda, Sassha, Over, Carol, Rodrigo, Norah, Laís, Jean e todos os outros amigos que ganhei ao longo do mestrado... vocês foram minha verdadeira família em Recife!

Aos meus amigos de longa data, em especial Quelle Santos, Fernanda Passos e Ariadne Oliveira, que sempre me apoiaram, mesmo que a distância.

À Érico Paschoal Martins pelo apoio e companheirismo... fez com que essa jornada fosse bem mais leve e feliz.

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano, pela liberação para capacitação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, como apoio ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da UFPE.

Pensar é o trabalho mais difícil que existe, e esta é provavelmente a razão por que tão poucos se dedicam a ele (FORD, 1945).

RESUMO

A indústria da construção civil é responsável por grande impacto no ambiente, tanto na geração de resíduos, quanto na produção gases de efeito estufa e utilização de energia. Para minimizar esses impactos, práticas sustentáveis vêm sendo buscadas em toda cadeia produtiva dessa indústria. Assim, o objetivo desse estudo é apresentar uma avaliação das principais barreiras para implantação de sustentabilidade na construção civil. Inicialmente foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) na área de sustentabilidade na construção civil, dos últimos 18 anos, mostrando a evolução desses trabalhos, as principais áreas abordadas, a distribuição dos pilares da sustentabilidade e a distribuição das etapas da obra mais tratadas nos estudos. Para isso, foi realizada uma busca na base científica *Web of Science*, a partir de um conjunto de palavras-chaves, e em seguida foi aplicado um método de filtragem, que resultou em 433 artigos que serviram de fonte para a análise. A análise dos artigos revelou que a principal área abordada é a de materiais de construção. Quanto aos pilares, foi visto que o social e o econômico são menos abordados, quando comparados ao ambiental. Quanto a etapa do ciclo de vida, a maior parte dos trabalhos, foca nas etapas de planejamento e execução da obra. A revisão serviu como base de dados e na definição do gap de pesquisa: falta de estudos sobre barreiras para implementação da sustentabilidade na construção civil, onde para isso, foram levantadas as principais causas, consequências e barreiras de proteção para eventos adversos que ocorrem na etapa de planejamento de projetos de construção sustentáveis, através da aplicação da ferramenta *Bow-tie*. A ferramenta foi aplicada na análise de 3 cenários voltados a obras verticais da Região Metropolitana de Recife: desperdício de materiais de construção em geral, desperdício de gesso na ótica do fornecedor de serviços e planejamento de um empreendimento sustentável, sendo o levantamento de dados baseados em entrevistas a especialistas da área com experiência em construções sustentáveis. A análise mostrou que a falta de planejamento do projeto de canteiro sustentável, a falta de atendimento as normas técnicas e escolha de técnicas inadequadas, pouca industrialização nos sistemas construtivos, falta de conhecimento técnicos da mão de obra sobre as operações e serviços, falta de padronização e utilização de procedimentos específicos nas operações e serviços, falta de gerenciamento de resíduos e falta de administração de materiais de forma mais completa. são as principais barreiras para a implementação da sustentabilidade na construção civil.

Palavras-chave: Construção civil. Sustentabilidade. Barreiras para implementação. *Bow-tie*.

ABSTRACT

The construction industry is responsible for a huge impact on the environment for waste generation, greenhouse gas emissions, and energy consumption. In order to minimize this impact, sustainable initiatives are occurring in all production chain in this industry. Therefore, this study's objective is to present an evaluation of the main barriers to implementing sustainability in the construction industry. As a starting point, it was performed a consistent literature review for the last 18 years, showing the studies evolution, the main construction aspects, the sustainability pillars distribution, and the construction life cycle stages more approached on the studies. 433 papers from the "Web of Science" database were investigated. As a result, most parts of the studies are in the building materials area. Regarding the sustainability pillars, it was noticed that the social and economic are the less addressed when compared to the environmental. The major part of the papers is focused on the planning and execution stages of the civil construction. Based on this, the research gap was identified: it was not found studies regarding the barriers to implementing sustainability in civil construction. Then, the bow-tie tool was applied and 3 scenarios were analyzed: Material waste in buildings, plaster waste in buildings and the planning stage of a sustainable building. The data gathering was based on interviews with civil construction specialists in Recife. As result, it was identified that a lack of proper project planning from the sustainability perspective, lack of technical standards compliance and inappropriate choices for the applied techniques are the main barriers for sustainability implementation on the construction industry. From the perspective of materials wast, the main barriers are lack of industrialization on the construction process, lack of technical knowledge from the operation and services people, lack of standardization and specific procedures in this area, no policies focused on waste management and lack of a comprehensive material management policy.

Keywords: Civil construction. Sustainability. Implementation barriers. Bow-tie.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia da pesquisa	18
Figura 2 - Ciclo de vida do projeto.....	24
Figura 3 - Modelo genérico - Método Bow-tie.....	30
Figura 4 - Trabalhos publicados entre 2000 e 2017	36
Figura 5 - Local de aplicação dos estudos	37
Figura 6 - Países dos autores dos estudos.....	38
Figura 7 - Áreas dos periódicos.....	39
Figura 8 - Principais áreas tratadas nos artigos por períodos de tempo	40
Figura 9 - Distribuição de áreas de gerenciamento de projetos nos trabalhos da RSL	42
Figura 10 - Diagrama de Venn dos pilares da sustentabilidade	44
Figura 11 - Relações entre principais enquadramentos considerados neste estudo e os três pilares da sustentabilidade	45
Figura 12 - Distribuição de trabalhos nas diferentes etapas de uma obra	46
Figura 13 - Relação de trabalhos com certificação versus localização continental.....	48
Figura 14 - Principais metodologias ambientais encontradas nos trabalhos	49
Figura 15 - Bow-tie para desperdícios de materiais	61
Figura 16 - Matriz de risco	68
Figura 17 - Diagrama Bow-tie para desperdício de gesso.....	69
Figura 18 - Diagrama Bow-tie para a atividade de planejamento	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conjunto de palavras-chaves.....	19
Tabela 2 - Fator de impacto dos quatro periódicos mais citados.....	39
Tabela 3 - Principais certificações encontradas nas obras.....	47
Tabela 4 – Ameaças para desperdício de materiais.....	56
Tabela 5 - Barreiras preventivas para o desperdício de materiais	58
Tabela 6 - Fatores contribuintes e barreiras preventivas para o desperdício do gesso.....	62
Tabela 7 - Escala de impacto.....	67
Tabela 8 - Escala de ocorrência de desperdício.....	67
Tabela 9 - Comparativo entre barreiras de prevenção nos diferentes cenários	76

LISTA DE ABREVIATURAS

BIM	Building Information Model
BREEAM	Método de Avaliação Ambiental do Building Research Establishment
CCPI	Climate Change Performance Index
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CO2	Dióxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPI	Equipamento de proteção individual
ETA	Event Tree Analysis - Análise de árvore de eventos
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis – Modo de falha e análise de efeito
FTA	Failure Tree Analysis – Análise da árvore de falhas
ISO	International Organization for Standardization - Organização Internacional de Normalização
LCA	Life cycle analysis – Análise do ciclo de vida
LCC	Life cycle cost
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
PMI	Project Management Institute
RMR	Região metropolitana de Recife
RPN	Risk priority number - Número de prioridade de risco
RSL	Revisão sistemática da literatura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
1.3	METODOLOGIA	17
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	GESTÃO DE PROJETOS	23
2.1.1	Sustentabilidade	25
2.1.2	Sustentabilidade e a Construção civil	26
2.2	GESTÃO DE RISCOS	27
2.2.1	Método <i>Bow-tie</i>.....	29
2.2.2	Gestão de riscos na construção civil	31
2.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	32
3	SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO CIVIL – REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	33
3.1	CONTEXTO CIENTÍFICO	33
3.2	RESULTADOS DA RSL	35
3.2.1	Frequência do número de publicações dos artigos por ano	35
3.2.2	Região das Instituições dos Autores	37
3.2.3	Frequência dos Estudos por Periódicos	38
3.2.4	Enquadramento do foco dos artigos.....	40
3.2.5	Pilares da sustentabilidade.....	43
3.2.6	Etapas da obra	45
3.2.7	Obras com certificações.....	46
3.2.8	Metodologias de Avaliação Ambiental.....	48
3.3	DISCUSSÃO	50
3.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	51

4	IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	53
4.1	CONTEXTO CIENTÍFICO	53
4.2	CENÁRIO 1	55
4.2.1	Evento principal	55
4.2.2	Fatores contribuintes e barreiras preventivas.....	56
4.2.3	Barreiras de proteção	59
4.2.4	Consequências	59
4.2.5	Diagrama Bow-tie para desperdício de materiais.....	60
4.2.6	Considerações sobre o cenário 1	62
4.3	CENÁRIO 2	62
4.3.1	Evento principal	62
4.3.2	Fatores contribuintes e barreiras preventivas.....	62
4.3.3	Barreiras de proteção	65
4.3.4	Consequências	65
4.3.5	Avaliação de risco	66
4.3.6	Diagrama Bow-tie para desperdício de gesso	68
4.3.1	Considerações sobre o cenário 2	70
4.4	CENÁRIO 3	70
4.4.1	Evento principal	71
4.4.2	Fatores contribuintes e barreiras preventivas.....	71
4.4.3	Barreiras de proteção	72
4.4.4	Consequências	73
4.4.5	Diagrama Bow-tie para o evento Planejamento.....	73
4.4.6	Considerações sobre o cenário 3	75
4.5	ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	80
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	82
5.1	CONCLUSÕES	82
5.2	DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA	85
5.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	85
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE	130

APÊNDICE A - MÉTODO DE FILTRAGEM DA RSL	131
APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA.....	132
APÊNDICE C - DISTRIBUIÇÃO DOS ARTIGOS POR PERIÓDICOS.....	133

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção, principalmente a construção de edifícios e seus produtos, traz grandes impactos ao ambiente. Conhecer esses impactos é fundamental para a busca de melhorias de processos. Cerca de 40% da energia total produzida, 40% de todas as matérias-primas e 25% de toda a madeira, além de 16% da água e 40% dos recursos naturais extraídos nos países industrializados, são consumidos pela construção civil (ALSANAD, 2015; CUADRADO et al., 2016; MEEEX et al., 2018).

Essa indústria contribui para até 50% das emissões globais de CO₂ e gera entre 45 a 65% dos resíduos depositado em aterros sanitários (CUADRADO et al., 2016; MEEEX et al., 2018; YILMAZ; BAKIŞ, 2015). Além disso, o setor de construção e suas atividades associadas representam uma quantidade expressiva de emissões nocivas, sendo cerca de 30% dos gases de efeito estufa produzidos no planeta devido a operações durante o processo de construção. Já 18% das emissões são causadas por o transporte e processamento de materiais associados a ele (ZEA ESCAMILLA; HABERT; WOHLMUTH, 2016a).

Os impactos negativos da indústria da construção gerados no meio ambiente e na população são sérios e geram preocupação quanto ao futuro. Com isso, alternativas vêm sendo buscadas para a eliminação, neutralização ou diminuição desses efeitos, surgindo então o novo conceito de "edifícios verdes". Este conceito tornou-se a nova filosofia da indústria da construção e introduziu alterações e melhorias para conceitos anteriores, ou seja, uso de materiais e recursos mais ecológicos, melhorias na qualidade do ambiente interno e na implementação de técnicas para economizar recursos e reduzir o desperdício (KAMALI; HEWAGE, 2017).

Nesse contexto, é importante explorar os motivos que possam atuar como entraves na implementação da sustentabilidade em projetos de construção, com isso, o objetivo desse trabalho é avaliar as barreiras para implementação da sustentabilidade na construção civil, em projetos de construção sustentáveis, com ênfase na área de gerenciamento e de materiais de construção, utilizando a ferramenta *Bow-tie*.

1.1 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos as construtoras vêm buscando aumentar a sua produtividade e competitividade no mercado da construção civil, adotando várias medidas, entre elas a

[Digite aqui]

racionalização construtiva. Para atuar em um mercado tão competitivo é fundamental reduzir os custos de produção bem como obter maior produtividade sem desperdício e retrabalho, principalmente em empresas onde a ausência de um controle tecnológico acaba por resultar em produtos de má qualidade.

Para Aigbavboa, Ohiomah e Zwane (2017), o conceito de sustentabilidade está ligado a busca de soluções para todas as ações negativas decorrentes das atividades humanas, que aumentaram com o crescimento da população e das atividades econômicas. A indústria da construção civil é um grande consumidor de recursos produtivos e ambientais não-renováveis, e um importante produtor de resíduos. Por esse motivo, tem-se despertado a procura por formas sustentáveis de projetos de construção.

A construção sustentável, busca um equilíbrio entre as dimensões da sustentabilidade - ambiental, social e econômica - abordando os critérios associados ao ciclo de vida de um projeto de construção, onde o ambiente e os processos associados influenciam significativamente nessas dimensões (SEV, 2009). Nos projetos de construção tradicionais, custo e tempo são tidos como os principais objetivos, o que torna a transição para projetos verdes um grande desafio. O projeto (*desing*) tem um papel vital na obtenção dos objetivos da sustentabilidade. De acordo com Wey e Wu (2008), fatores ambientais negativos, impactos financeiros, o desperdício de recursos e o excesso de custos, são os resultados de escolha de métodos de construção inadequados, em obras de edificação.

Para se manter no ambiente cada vez mais competitivo, as empresas tiveram que se moldar aos novos desafios no âmbito ambiental, social e econômico. O termo sustentabilidade, é cada vez mais comum no ambiente corporativo. Os desafios estão se tornando cada vez mais complexos, levando as organizações a buscarem meios para se manterem no mercado. Sendo assim, é fundamental identificar as barreiras para a implantação de práticas sustentáveis na indústria da construção, pois assim, pode-se identificar os fatores que mais contribuem ou interferem para a obtenção dessas, facilitando que essas passem a ser mais utilizadas no setor.

Nesse contexto, uma ferramenta que pode ser utilizada é o *Bow-tie*, pois ela realiza uma análise de cenário de um determinado evento, realizando o levantamento desde as principais causas, até as principais consequências, levantando possíveis barreiras de proteção, para diminuição de possíveis ameaças ou para a melhoria de oportunidades ligadas aos objetivos do projeto. Apesar disso, na indústria da construção civil, essa ferramenta praticamente não foi explorada. Vários estudos utilizaram essa ferramenta, Cardwell (2008) utilizou na

[Digite aqui]

avaliação de acidentes de trabalho para segurança nas plataformas de petróleo, com o intuito reconhecer os riscos e tomar as medidas adequadas para prevenir acidentes. Na área da saúde, Abdi et al (2016) levantou as principais práticas que levavam a piora de pacientes em leito de UTI, para efetuar um plano de ação para minimização dos riscos ao paciente. El Hajj et al (2015) criou uma lista de propondo medidas preventivas e de proteção, a serem usadas pelos operadores da indústria naval, para diminuir a vulnerabilidade de suas instalações industriais aos acidentes tecnológicos desencadeados por inundações.

A justificativa dessa pesquisa se dá pelo levantamento geral de informações sobre práticas de sustentabilidade na construção civil, além da utilização da ferramenta de gerenciamento de risco *Bow-tie* como forma de avaliar as barreiras para implementação da sustentabilidade ligados ao planejamento de projetos de construção.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

A seguir serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar as barreiras para implementação de práticas de sustentabilidade na construção civil, na etapa de planejamento de projetos de construção sustentáveis, com ênfase na área de gerenciamento e de materiais de construção, utilizando a ferramenta *Bow-tie*.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar a evolução e as principais áreas abordadas na literatura nos últimos anos, em artigos sobre construção e sustentabilidade;
- Levantar a distribuição de trabalhos entre as etapas do ciclo de vida da construção;
- Identificar os riscos envolvidos para utilização de práticas sustentáveis em obras de construção;
- Identificar os fatores que contribuem para ocorrência dos riscos levantados;
- Identificar as consequências da ocorrência do risco levantado.

1.3 METODOLOGIA

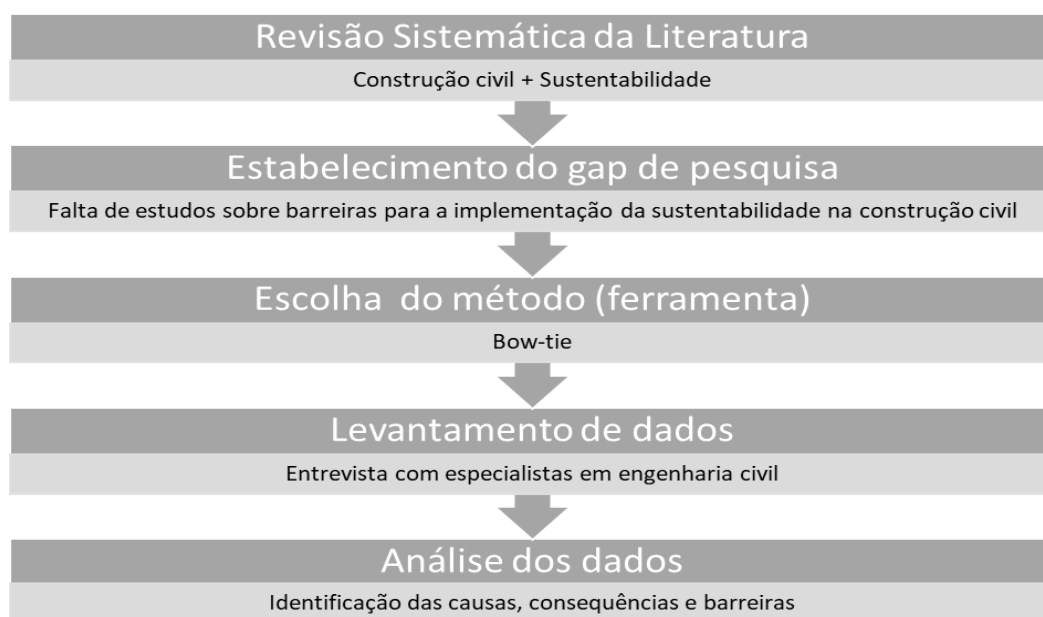
A presente pesquisa, visa avaliar os entraves que impactam na implementação da sustentabilidade em construções. Nesse sentido a pesquisa pode ser classificada como exploratória, já que visa conhecer como a sustentabilidade é tratada dentro da construção

[Digite aqui]

civil, para que a partir disso, sejam levantadas as barreiras para sua implantação. A pesquisa exploratória é um estudo preliminar em que o maior objetivo é se tornar familiar com o fenômeno que se quer investigar (CERVO, 2007). Ela realiza descrições precisas da situação e quer descobrir as relações existentes entre seus elementos e componentes.

A metodologia utilizada no trabalho em questão apresenta alguns pontos importante (figura 1). Ela é uma pesquisa bibliográfica, seguida de um estudo de campo. É de natureza qualitativa, já que as barreiras foram baseadas na opinião de especialistas. Quanto aos dados, eles foram obtidos por múltiplas fontes de evidência como entrevistas, pesquisa documental e na literatura. Para isso foi realizada uma revisão sistemática da literatura, para levantamento de trabalhos que relacionassem construção civil e sustentabilidade, em seguida, após estabelecido o objetivo da pesquisa, foi utilizada a ferramenta *Bow-tie* para levantamento das principais barreiras para implementação da sustentabilidade na construção civil.

Figura 1 - Metodologia da pesquisa



Fonte: A autora (2018)

Inicialmente foi realizada uma revisão sistemática da literatura, onde foram levantados trabalhos que relacionassem os temas construção civil e sustentabilidade. A revisão foi baseada na metodologia usada por Seuring e Müller (2008), que apresenta quatro etapas: coleta, análise descritiva, seleção de categorias e avaliação do material. Esse tipo de revisão faz uso de métodos que podem ser replicados para identificar, selecionar e avaliar a literatura sobre o assunto de pesquisa estudado. Foram definidos os protocolos de pesquisa,

[Digite aqui]

estabelecendo um roteiro para aplicação da metodologia, com a definição das palavras chave utilizadas e os filtros que seriam aplicados.

Foram realizadas buscas por estudos primários na coleção principal da base de dados *Web of Science - Main Collection (Thomson Reuters Scientific)*, utilizando três conjuntos de palavras-chaves, identificadas pelos autores por meio de um processo de brainstorming, composto por termos de pesquisa considerados obrigatórios para esse estudo, com objetivo de coletar o máximo de informações de acordo com o escopo definido (O), 3 termos de pesquisa, conjunto de palavras relacionadas a sustentabilidade (S), com 29 termos de pesquisa e conjunto de palavras relacionadas a construção civil (C), com 26 termos de pesquisa, como pode ser visto na tabela 1. É importante destacar que esses termos de pesquisa foram ligados pela lógica booleana “and”, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2017, sendo a pesquisa realizada até 4 de Maio de 2018, além disso, os termos foram buscados por tópico, pois abrange, título, resumo e palavras chave de cada artigo, com finalidade de englobar o máximo de informações de pesquisa na base sobre esse tema.

Tabela 1 - Conjunto de palavras-chaves

Grupo	Palavras-chaves
O	Build* and Construct* and Sustain*
S	"Clean energy" or "Cleaner production" or "Climate change" or "Eco*" or "Eco-efficient" or "Economic" or "Energy" or "Environment*" or "Global warming" or "Green" or "Green seal" or "Greenhouse gases" or "Impact environmental" or "Natural resources" or "Recycl*" or "Renewable energy" or "Renewable resources" or "Reuse" or "Reverse logistic" or "Social" or "Socioeconomic" or "Socio-environmental" or "Sustain*" or "Sustainable business models" or "Sustainable development" or "Water reuse" or "Sustainable Certifications" or "Environmental Certifications"
C	"Acquisition" or "Post-Occupancy" or "BIM" or "Build*" or "Building waste" or "Civil Engineering" or "Concrete" or "Construction waste" or "Construc*" or "Construction industry" or "Demolition" or "Edifice" or "Construction Equipment" or "Housing*" or "Infrastructure" or "Maintenance" or "Building Materials" or "Construction Materials" or "Procurement" or "Reform" or "Sanitation" or "Supply chain" or "Water resources" or Wood or "plaster" or "Steel"

Fonte: A autora (2018)

Essa busca retornou em 1127 artigos (foram considerados apenas artigos de áreas afins, excluindo outros tipos de publicações de pesquisas que não eram objeto desse estudo). Em seguida, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão:

- C1: Número de artigos por periódicos ser menor que 3;
- C2: Artigos escritos em qualquer idioma diferente do inglês;
- C3: Artigos que não estivessem completos na base científica;
- C4: Artigos que não tivessem relação direta com as áreas de sustentabilidade na construção civil.

Após aplicação dos filtros citados acima, foram obtidos 433 artigos para análise, como pode ser visto no apêndice A.

Os resultados foram classificados da seguinte forma: Frequência do número de publicações dos artigos por ano; Frequência dos estudos por periódicos; Frequência das áreas de pesquisa encontradas nos artigos selecionados; Enquadramento do foco do artigo (materiais utilizados; gerenciamento de projetos; pilares da sustentabilidade); Etapas da obra; Obras com certificações; Metodologias de avaliação ambiental. Essa análise tem como objetivo identificar as tendências e limitações relacionadas ao assunto de pesquisa, que foram discutidos anteriormente.

A análise dos resultados da RSL, identificou os principais focos abordados nos trabalhos, como materiais e gerenciamento, que serviu como base para a identificação do *gap* e direcionamento da pesquisa. Após a análise, foi identificado o *gap* de pesquisa: falta de estudos sobre as barreiras para implantação da sustentabilidade em construção e para realizar essa avaliação, foi escolhida a ferramenta *Bow-tie* para aplicação.

Nesse segundo momento, foi feita uma pesquisa em campo. O levantamento dos dados, foi realizado através de entrevista a especialistas e análise documental, onde foram entrevistados 3 especialistas na área de construção na Região Metropolitana de Recife, com experiência em sustentabilidade. O tipo de obra analisada foi de edificações verticais. Cada entrevista resultou em um cenário estudado:

- Cenário 1: foi entrevistado um engenheiro civil, empresário e consultor na indústria da construção, onde foi discutido, sobre desperdício de materiais de construção em geral, de forma mais generalista de acordo com sua experiência na região;

- Cenário 2: foi entrevistado um engenheiro civil, empresário em serviços com gesso, onde foi discutido de forma mais específica sobre desperdício de gesso, sobre o ponto de vista do fornecedor de serviço. A empresa em questão adota práticas de reutilização e reciclagem do gesso durante seu processo produtivo.
- Cenário 3: foi entrevistado um engenheiro civil, empresário da construção civil, com ampla experiência na área de sustentabilidade. Nesse cenário foi discutido sobre a atividade de planejamento de um empreendimento comercial de grande porte, que utilizou práticas sustentáveis durante a construção, enfatizando o evento principal do ponto de vista de oportunidade, com melhorias no objetivo do projeto.

O roteiro de entrevista (ver apêndice B), foi elaborado a fim de se obter os passos para a metodologia *Bow-tie*:

1. Identificar o evento principal;
2. Identificar as causas/fatores contribuintes desse evento;
3. Estabelecer barreiras preventivas;
4. Estabelecer barreiras de proteção;
5. Identificar as consequências/resultados desse evento principal.

Os dados obtidos foram analisados e os diagramas finais foram obtidos utilizando o software BowtieXP 2.9.6.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em 5 capítulos:

- O Capítulo I composto pela introdução, justificativas e objetivos do presente trabalho tem como objetivo fornecer uma apresentação inicial sobre o tema de estudo e posicionar o leitor sobre o que será apresentado.
- O Capítulo II composto pela fundamentação teórica e revisão bibliográfica tem como objetivo fornecer a base conceitual sobre o tema de estudo e o posicionamento frente aos trabalhos já existentes na literatura.
- O Capítulo III composto por uma revisão sistemática da literatura tem como objetivo verificar o que foi trabalhado sobre os temas sustentabilidade na construção civil nos últimos anos, para encontrar o *gap* de pesquisa.

- O Capítulo IV mostra a aplicação da metodologia *Bow-tie* em construções sustentáveis na região metropolitana de Recife-PE.
- O Capítulo V composto pelas considerações finais tem como objetivo mostrar as conclusões finais sobre o estudo e perspectivas para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo é apresentado alguns conceitos importantes para o entendimento da pesquisa, para a formação da base conceitual sobre o tema de estudo e o posicionamento frente aos trabalhos já existentes na literatura. Serão apresentados conceitos ligados a Gestão de projetos e Gestão de riscos, e como esses conceitos vem sendo explorados na literatura com relação a sustentabilidade e a construção civil. Além disso, também é apresentada a ferramenta *Bow-tie*.

2.1 GESTÃO DE PROJETOS

De acordo com o PMI (2018), projetos são empreendimentos temporários, com um proposito definido de criar um produto e/ou serviço específico (em todo seu ciclo de vida), com um resultado único, em um intervalo de tempo pré-definido. O entendimento desse conceito é importante, já que nesse trabalho são abordados projetos de construção civil.

O ciclo de vida de um projeto diz respeito a distribuição do tempo das principais tarefas que compõe um projeto. Ele é composto de quatro estágios sequenciais usualmente, que são: definição, planejamento, execução e fechamento, conforme ilustrado na figura 2. O ciclo se inicia a partir da aprovação do projeto e finaliza apenas após a entrega ao cliente (LARSON; GRAY, 2016).

Cada estágio do ciclo é caracterizado pela entrega de um ou mais “produto” chamado de *deliverable*, que é um resultado tangível e verificável, necessário para finalizar uma fase e compor o projeto final. Eles passam por revisões / inspeções (*reviews*, *phase exits*, *stage gates*, *kill points*), para verificar se os objetivos da fase foram alcançados e se o projeto irá prosseguir ou não para próxima fase, realizando a correção de possíveis erros que sejam detectados (ROZENFELD et al., 2006).

Atualmente, o gerenciamento de projetos é tido como uma competência estratégica para as organizações, fazendo com que, os resultados dos projetos estejam relacionados com os objetivos da organização, aumentando o valor da mesma. Para se trabalhar no gerenciamento de um projeto, divide-se esse em fases: iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento. Cada fase possui atividades e processos específicos, que facilitam a aplicação de habilidades, conhecimentos, ferramentas e técnicas específicas, a fim de se satisfazer os seus objetivos (LARSON; GRAY, 2016).

Outro fator importante ao longo do gerenciamento de projetos, são as áreas de conhecimento que devem ser estudadas. Para o PMI (2018), são 10 essas áreas:

- Gerenciamento da Integração
- Gerenciamento de Escopo
- Gerenciamento de Custos
- Gerenciamento de Qualidade
- Gerenciamento das Aquisições
- Gerenciamento de Recursos Humanos
- Gerenciamento das Comunicações
- Gerenciamento de Risco
- Gerenciamento de Tempo
- Gerenciamento das Partes Interessadas (*stakeholders*)

Figura 2 - Ciclo de vida do projeto



Fonte: PMI (2018)

As especificidades necessárias para cada projeto são elementos que tornam a gestão de projetos um desafio, visto que cada resultado é único e o nível de incerteza na sua fase inicial é grande, onde as principais decisões são tomadas, o que impacta de forma direta o custo das fases posteriores. Tendo em vista isso, alguns setores receberam uma atenção especial no que se trata de gerenciamento de projetos, um deles foi o da construção civil. Pela importância desse setor na economia, além das áreas de conhecimento básicos, o PMI (2018), adicionou mais quatro áreas, vistas como fundamentais a projetos de construção:

[Digite aqui]

- Gerenciamento da Segurança – relacionado a questões de segurança do canteiro;
- Gerenciamento financeiro – gerenciamento de custos em processos próprios da construção;
- Gerenciamento das reivindicações - gerenciar os pleitos feitos pela empresa responsável pela obra para justificar alterações no escopo de trabalho, custos e estratégias de execução, algo bastante trabalhoso para o gerente de projetos;
- Gerenciamento ambiental – tendências de práticas bem-sucedidas para o gerenciamento do projeto tendo em vista práticas de sustentabilidade.

Essas novas áreas auxiliam o gerenciamento do projeto de construção civil, pois atenta a áreas específicas desse setor, o que motivou o desenvolvimento de diversos estudos sobre as mesmas. A incorporação de práticas de sustentabilidade em projetos de construção é um tema atual e por sua importância, está sendo estudado por vários autores.

2.1.1 Sustentabilidade

Para Gilbert Silvius et al. (2017), sustentabilidade significa o uso de recursos naturais, que em condição de equilíbrio, não alcançam declínio ou um ponto não renovável de entrega às próximas gerações, desenvolvendo-os. Já para Vehbi e Hoskara, (2009), a sustentabilidade é um sistema multidimensional que busca melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas por meio da cooperação e do benefício social, valorizando os vínculos entre as pessoas mais e menos favorecidas, a fim de proporcionar um equilíbrio na alocação de recursos entre as diferentes nações e gerações futuras. Além de prever um desenvolvimento contínuo, com a mudança apenas de nossos hábitos de consumo, sem redução da nossa qualidade de vida atual.

Elkington (2013) apresentou o conceito de Sustentabilidade como um equilíbrio ou harmonia entre sustentabilidade econômica, social e ambiental, que ficou conhecido como *Triple Bottom Line*, introduzindo então, a ideia dos três pilares da sustentabilidade. Esse conceito norteia que nenhum dos objetivos de desenvolvimento, de economia, crescimento, bem-estar social e um uso racional dos recursos naturais, pode ser alcançado sem considerar e efetuar os outros dois. Como também são considerados os riscos que as inter-relações desse sistema podem apresentar quando consideradas isoladamente, a fim de não comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas necessidades, sendo necessário então uma orientação equilibrada em curto e longo prazo (ADAMS; FROST, 2008).

2.1.2 Sustentabilidade e a Construção civil

Os conceitos apresentados na seção anterior, discutem o desenvolvimento sustentável, no nível macro das sociedades. Para o objetivo desse estudo, a sustentabilidade será discutida no contexto das organizações. Gilbert Silvius et al. (2017) afirmaram que a sustentabilidade organizacional se dá pela adoção de estratégias de negócios e atividades que atendam às necessidades da empresa e seus *stakeholders* hoje, enquanto protegem os recursos humanos e naturais que serão necessários no futuro. Já Martens e Carvalho (2017), definem como uma abordagem de negócios que cria, a longo prazo, valor para os acionistas, abrindo oportunidades e gerenciando riscos derivados de desenvolvimentos econômicos, ambientais e sociais .

A sustentabilidade na indústria da construção pode ajudar a atender às necessidades do presente e das gerações futuras através da conservação de energia, água e recursos naturais por reutilização, reciclagem, design inovador e minimização de resíduos e poluição. Para isso, medidas proativas são tomadas, com o intuito de reverter ou minimizar os impactos negativos que as atividades de construção trazem para o ambiente (AIGBAVBOA; OHIOMAH; ZWANE, 2017).

A sustentabilidade na construção civil tem sido nas mais diversas áreas, desde a seleção de materiais com menor impacto, redução de energia e de uso da água, redução de custos, dentre outros ao longo da cadeia. Uma das fases mais desafiadora em um projeto de construção sustentável é a escolha dos materiais que serão utilizados, pois além das propriedades físico-mecânicas e tecnológicas dos materiais, é necessária a análise econômica, social e o impacto ambiental gerado por eles durante todo ciclo de vida. Dentre os principais requisitos analisados durante a escolha do material, o consumo de energia e as emissões de CO₂ tem sido os indicadores de sustentabilidade mais considerados na indústria da construção civil (SAMANI et al., 2015).

Tait e Cheung (2016), realizaram um estudo sobre o impacto ambiental global de diferentes mix de concreto, obtidos com a incorporação de materiais secundários (cinzas voláteis e escória de alto forno), fazendo análise de todo seu ciclo de vida (LCA – Life Cycle Analysis), levando em conta entre os dados, principalmente a emissão de CO₂. Os resultados mostraram que a utilização de cinzas voláteis e escória de alto forno em mix de concreto, tem potencial para a melhoria de impactos ambientais gerados pelo concreto. As vantagens do uso de escória de alto forno incluem baixas emissões de CO₂, uma redução substancial de

impactos ambientais e um maior alcance para sustentabilidade devido aos níveis de substituição de material convencional para escória de alto forno (TAIT; CHEUNG, 2016).

Além da preocupação durante o planejamento e execução da obra quanto ao consumo energético, outra preocupação importante são com os resíduos gerados e com a demolição (TAM; LU, 2016). Ding, Wang e Zou (2016), mostraram em seu estudo que cerca de 30 a 40% dos resíduos da China, tem como fonte a construção e a demolição, sendo necessária a gestão desses resíduos. Nesse estudo foi mostrado a importância do gerente “verde” e da gestão das partes interessadas, como fator decisivo para a diminuição dos impactos gerados pelos resíduos, incentivando o uso de tecnologias de desconstrução e a reciclagem.

Diante disso, é importante avaliar todos os aspectos em torno da sustentabilidade em projetos de construção. Um desses elementos é o gerenciamento de risco, com isso é possível analisar os fatores que podem influenciar nos objetivos do projeto, conforme será discutido na próxima seção.

2.2 GESTÃO DE RISCOS

Os riscos em projeto, são um conjunto de eventos ou uma condição incerta, que se ocorrer, podem ter um efeito negativo (ameaças) ou positivo (oportunidades) que influenciam o objetivo do projeto, como tempo, custo, âmbito ou qualidade. A existência de fatores internos ou externos ao projeto que, caso ocorram ao longo do seu ciclo de vida, que podem alterar o objetivo desse, traz a necessidade do gerenciamento desses riscos. Para isso, busca-se identificar esses fatores e suas causas, para a definição do tipo de risco, probabilidade de ocorrência e seu impacto no projeto, em todas as suas fases (PMI, 2018).

O gerenciamento dos riscos do projeto inclui os processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas, monitoramento e controle de riscos de um projeto. Seu objetivo é maximizar a exposição aos eventos positivos e minimizar a exposição aos eventos negativos. A gestão de riscos está ligada a estrutura (princípios, estrutura e processos) para gerenciar riscos de maneira eficaz. O processo envolve a aplicação sistemática de políticas de gestão, procedimentos e práticas para as atividades de comunicação, consultoria, estabelecendo o contexto e identificando, analisando, avaliação, tratamento, monitoramento e revisão do risco (PMI, 2018).

A avaliação qualitativa dos riscos fornece informações sobre os fatores-chave que influenciam os riscos de uma operação, sendo então de grande importância, pois auxilia em estimativas do risco mais realistas, auxiliando em processos de tomada de decisão. Modelos

de causa e efeito são habitualmente usados pela indústria na quantificação de risco (LEHTIRANTA, 2014).

Vários são os modelos utilizados para o gerenciamento de riscos. A análise de hipóteses é uma técnica de brainstorming que visa reunir um grupo de especialistas para discutir possíveis eventos indesejáveis. Embora a técnica seja fácil de implementar, ela é desestruturada e pode levar a resultados incompletos. A análise de árvore de falhas (Failure Tree Analysis - FTA) usa métodos quantitativos e qualitativos para investigar as causas de eventos indesejados usando uma abordagem analítica e dedutiva. Essa técnica usa diagramas de falhas para determinar as causas de falhas e sua probabilidade de ocorrência. No entanto, o FTA pode ser difícil, caro e demorado para implementar (KHAN; ABBASI, 1998). A análise de árvore de eventos (Event Tree Analysis - ETA) é uma ferramenta que usa diagramas de árvore para determinar as consequências de eventos indesejados e sua probabilidade de ocorrência. Apesar de ser de natureza quantitativa e qualitativa, a ETA só pode abordar um evento de cada vez e requer um analista experiente. Tanto o ETA quanto o FTA também possuem limitações quando aplicados a sistemas grandes. A matriz de decisão de avaliação de risco descreve graficamente a gravidade de um acidente e sua probabilidade de ocorrência. Apesar de seus pontos fortes, esse método nem sempre identifica todos os riscos e é fraco quando múltiplas análises são necessárias (HAUPTMANN; MARX; KNETSCH, 2005). O modo de falha e análise de efeito (Failure Mode and Effect Analysis - FMEA) é outro procedimento preventivo, esse método visa gerenciar riscos através da identificação de falhas potenciais associadas a cada etapa do processo. A FMEA atribui valores à probabilidade de ocorrência de um risco, à gravidade dos seus efeitos e à sua facilidade de detecção. A multiplicação desses três valores produz um número de prioridade de risco (Risk priority number - RPN) que é usado para classificar os possíveis modos de falha em termos de sua importância e para determinar ações corretivas para os modos com os maiores RPNs. Uma limitação desta técnica é que ela se concentra mais em falhas de material (por exemplo, falha de equipamento) do que erros humanos e fatores externos (KURT; OZILGEN, 2013). *Bow-tie* é uma maneira esquemática e simples de descrever e analisar os caminhos de um risco, desde as suas causas até as suas consequências. Esse método foi criado na indústria petrolífera, seu principal objetivo era avaliar os riscos de segurança nas plataformas de petróleo e, mais importante, treinar todos os operadores a reconhecer os riscos e tomar as medidas adequadas para prevenir acidentes (CARDWELL, 2008). O modelo mostrou-se muito bem-sucedido e vem sendo utilizado em diversas áreas como nas áreas de saúde (ABDI et al., 2016;

[Digite aqui]

WIERENGA et al., 2009), segurança do trabalho (BIALAS, 2016; EL HAJJ et al., 2015; YAN et al., 2016), modelos conceituais (CARDWELL, 2008; VILEINISKIS; REMENYTE-PRESCOTT, 2017), indústria naval (JACINTO; SILVA, 2010), mineração (GALVIN, 2017). O foco do *Bow-tie* está nas barreiras entre as causas e o risco e, o risco e as consequências, por esse motivo, foi a ferramenta escolhida no presente estudo.

2.2.1 Método *Bow-tie*

O modelo *Bow-tie* é uma técnica que combina árvores de falhas e árvores de eventos fornecendo uma estimativa do risco subjacente de um evento perigoso selecionado. Árvores de falha e as árvores de eventos estão ligadas através de um evento perigoso, sendo esse o evento principal. Desta forma, um modelo de causa e efeito é obtido para um evento perigoso, sendo expressa em diagrama em uma forma de uma gravata-borboleta (VILEINISKIS; REMENYTE-PRESCOTT, 2017). É uma ferramenta útil de gerenciamento de risco. Ele fornece uma poderosa representação gráfica (Figura 3) de ameaças a montante e consequências a jusante, facilitando a identificação de medidas preventivas controles e, caso o evento indesejado ainda ocorra, contingências para mitigar as consequências (GALVIN, 2017).

Os elementos do diagrama podem ser definidos por:

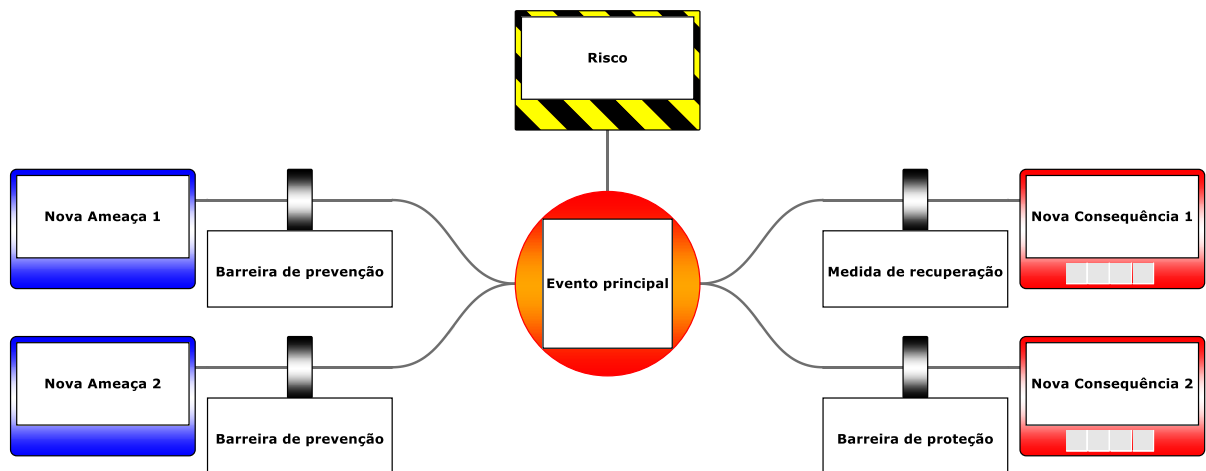
- Ameaça: causa potencial para dar início ao cenário de risco que leva ao evento central.
- Barreira de prevenção: medidas de proteção para prevenir as ameaças que podem levar ao cenário de risco
- Evento central: evento que inicia o cenário de risco, ou seja, o ponto no qual o controle sobre o risco é perdido.
- Consequência: possíveis consequências resultantes da ocorrência do evento central.
- Medidas de recuperação ou Barreiras de proteção: medidas para mitigar as consequências.

A metodologia *Bow-tie* trabalha com todas as etapas do ciclo de gerenciamento de riscos, incluindo identificação dos riscos, análise de riscos, avaliação de riscos e controle de riscos. Ela oferece uma visão ampla do cenário do evento adverso. Para criar um diagrama *Bow-tie*, é necessário definir o evento principal, ele será o centro do diagrama. Esse é um evento ou situação em que ainda não ocorreram consequências adversas, mas o controle sobre

[Digite aqui]

o processo foi perdido. Um evento principal pode ser acionado por uma ou várias causas (ameaças). As ameaças estão no lado esquerdo no diagrama de gravata-borboleta. O principal evento leva a uma série de consequências, que são colocadas no lado direito do diagrama (ABDI et al., 2016).

Figura 3 - Modelo genérico - Método Bow-tie



Fonte: A autora (2018)

Após estabelecer o evento, suas causas e possíveis consequências, o próximo passo centra-se na identificação de barreiras preventivas (ou seja, as barreiras que já existem no caminho das ameaças para impedir o seu início) e barreiras de proteção (ou seja, as barreiras que já existem no caminho das ameaças para proteger ou mitigar as consequências indesejáveis do risco) que estão no lugar. As barreiras preventivas estão no lado esquerdo do modelo e as barreiras de proteção estão no lado direito do modelo. Na próxima etapa, os mecanismos disponíveis usados para controlar os efeitos indesejáveis desses fatores nas barreiras precisam ser identificados (ou seja, barreiras secundárias). Um laço completo representa um cenário possível com todos os caminhos e barreiras identificadas. Esse método usa a matriz de risco para avaliar e categorizar os riscos e, em seguida, realiza uma análise mais detalhada em termos de critérios de aceitação de risco. Por fim, propõe-se um conjunto de estratégias de melhoria considerando a existência e o efeito dos fatores contribuintes, o número de barreiras preventivas e protetoras e sua efetividade (ABDI et al., 2016).

2.2.2 Gestão de riscos na construção civil

A indústria da construção civil tem enfrentado vários riscos, que podem resultar em mal desempenho, com aumento de custos e atrasos em projetos, gerando falhas. Por sua natureza, essa indústria tem um desafio constante para lidar com os riscos, como mudanças de ambiente, exposição direta a fonte de perigos, alta pressão para cumprimento de prazos e custos, além de aumento na complexidade das técnicas de construção (ZOU; ZHANG; WANG, 2007).

A análise de riscos em projetos de construção é mais difícil nos estágios iniciais desses, pois eles podem ser afetados por vários fatores, como erro humano e qualidade das informações. Em muitas circunstâncias, pode ser extremamente difícil avaliar os riscos associados a um projeto devido à grande incerteza envolvida (ZENG; AN; SMITH, 2007).

Zou, Zhang e Wang (2007), afirmaram que o gerenciamento de riscos é uma forma sistemática de identificar, analisar e tratar os riscos ligados aos objetivos dos projetos de construção civil. Esses objetivos são ligados ao tempo, custo, qualidade, segurança e sustentabilidade ambiental. A ISO 31000:2009 diz que o gerenciamento quando realizado de forma adequada, pode trazer benefícios para o empreendimento, incentivando a utilização de abordagens proativas sobre o risco, servindo como base para tomada de decisão e planejamento (ABNT, 2009).

Muitas técnicas de avaliação de risco podem ser utilizadas na indústria de construção, como a Análise de árvore de falhas, análise de árvore de eventos, análise de Monte Carlo, Análise de Sensibilidade, Modo de Falha e Análise de Efeitos, dentre outros. Porém, para isso, são necessários dados com alta qualidade para alimentar essas técnicas quantitativas, e na construção civil esses dados são difíceis de se obter ou até mesmo inexistentes (HARTONO et al., 2014).

Além disso, são difíceis de abordar as incertezas e subjetividades associadas às atividades de construção. Portanto, é essencial desenvolver novos métodos de análise de risco para identificar e avaliar os riscos de construção de forma aceitável, quando qualquer informação de risco produzida for processada e aplicada de maneira confiável à tomada de decisões no gerenciamento de projetos (TAROUN, 2014).

Quando se fala em construções verdes, existem várias barreiras para tornar sustentáveis novos edifícios em oposição aos edifícios existentes (AFSHARI; ISSA; PENG, 2013). As barreiras para tornar os edifícios existentes mais ecológicos compreendem barreiras financeiras, técnicas, sociais, ambientais e organizacionais (AHN et al., 2013; ZHANG et al.,

[Digite aqui]

2012). Barreiras financeiras incluem o custo incrementais de projetos verdes, seu longo período de retorno e orçamentos limitados (AHN et al., 2013; ZHANG; SHEN; WU, 2011). As barreiras técnicas incluem normas de construção e diretrizes de projeto ecológico mais rigorosas, além da falta de experiência, treinamento e educação da mão de obra; e de materiais, equipamentos e tecnologias inadequados (AHN et al., 2013; TOLLIN, 2011). As barreiras sociais compreendem a tendência de manter atitudes e práticas convencionais (AHN et al., 2013). As barreiras organizacionais incluem a falta de planejamento estratégico de longo prazo, bem como a falta de comprometimento e envolvimento dos proprietários, gerentes e arrendatários de construções verdes no processo de certificação verde (LOZANO, 2012; ZHANG et al., 2012).

Sendo assim, é fundamental ampliar o conhecimento sobre os riscos envolvendo os projetos de edificações sustentáveis, para aumentar a probabilidade de sucesso desses.

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Nesse capítulo foram apresentados conceitos fundamentais para o entendimento do trabalho, iniciando com Gestão de Projetos, Sustentabilidade na construção civil, Gestão de Riscos, Ferramentas de gerenciamento do risco e a ferramenta *Bow-tie*. Além de fornecer uma percepção geral sobre os temas na literatura.

Com a noção geral sobre a importância sobre a sustentabilidade na construção, é importante explorar como vem se desenvolvendo trabalhos nessa área, através de uma revisão de literatura que será apresentada no capítulo posterior.

Outro fato importante desse capítulo, foi conhecer métodos de avaliação de risco, dentre eles o *Bow-tie*, podendo assim, ter uma ferramenta para identificar as barreiras que possam interferir na implementação de práticas de sustentabilidade na construção civil, como será abordada no capítulo 4. Além disso, não foi encontrado trabalhos relacionando essa ferramenta a pesquisas na área de gerenciamento na construção civil, tornando um diferencial dessa pesquisa.

3 SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO CIVIL – REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Neste capítulo é apresentada a revisão sistemática de literatura (RSL) sobre Sustentabilidade e Construção Civil. Essa revisão foi realizada para realizar um apanhado geral sobre o que existe na literatura nos últimos anos sobre o tema, para que assim, fosse encontrado o *gap* de pesquisa para realização desse estudo. Inicialmente será apresentado o contexto científico sobre o tema. Em seguida, o resultado das análises obtidas a partir da RSL. O intuito dessa etapa do estudo foi estabelecer o *gap* de pesquisa relacionado a sustentabilidade na construção civil.

3.1 CONTEXTO CIENTÍFICO

A indústria da construção civil desempenha um papel importante na satisfação das necessidades da sociedade, melhorando a qualidade de vida e contribuindo para o crescimento econômico de um país (ALWAN; JONES; HOLGATE, 2017; OSEI VICTOR, 2013). No entanto, esse setor contribui para 35% das emissões globais de CO₂ e gera entre 45 a 65% dos resíduos depositado em aterros sanitários. Além disso, o setor de construção e suas atividades associadas representam uma quantidade expressiva de emissões nocivas, sendo cerca de 30% dos gases de efeito estufa produzidos no planeta devido a operações durante o processo de construção. Já 18% das emissões são causadas pelo transporte e processamento de materiais associados (ZEA ESCAMILLA; HABERT; WOHLMUTH, 2016b).

Diante desse âmbito, fica evidente a relevância do estudo da sustentabilidade no setor de construção civil, já que organizações estão cada vez mais conscientes de que apenas atingir a satisfação do cliente baseado em baixos custos ou baseado na qualidade do produto ou serviço oferecido não é uma garantia de vantagem competitiva. Atualmente, além de superar as expectativas dos clientes, e oferecer produtos de qualidade, as empresas precisam respeitar o meio ambiente, serem éticas e demonstrar que são socialmente responsáveis (ALENCAR; PRIORI; ALENCAR, 2017).

Embora haja a necessidade de explorar sobre a sustentabilidade no contexto da construção civil nos últimos anos, ainda não é frequente uma revisão sistemática da literatura (RSL) detalhando o máximo de informações (evolução sobre o tema, principais periódicos, áreas de pesquisa, metodologias de avaliações ambientais, certificações, enquadramento do foco do artigo) entre outros critérios desenvolvidos pela comunidade científica sobre esse

[Digite aqui]

tema. Desta forma, foi possível identificar nos trabalhos que a da indústria da construção civil e a sustentabilidade estão caminhando juntas, porém há ausência de pesquisas sistemáticas sobre esse assunto que contemple principais características em estudos publicados na literatura. Portanto, fica evidente a relevância e o diferencial deste estudo com relação as demais revisões sistemáticas, pois compila uma variedade e volume de informações coletadas em diversos artigos, contribuindo para organizações, governos e população, para assim ter alternativas sustentáveis e visão de futuro, assegurando a sustentabilidade do sistema.

De acordo com a literatura, existe uma amostra pequena de trabalhos que realizaram uma RSL nesse setor, como por exemplo, o estudo de Carlucci et al. (2018) teve como objetivo identificar as principais fontes de incerteza existente na literatura em relação aos modelos de conforto térmico adaptativos em ambientes construídos com documentação regular aplicados a diferentes zonas climáticas. No artigo de Patino et al. (2018) foi apresentado uma RSL de 49 artigos coletados que abordaram sobre as condições de qualidade ambiental interna em uma habitação social, visando as concentrações de poluentes do ar, conforto térmico e possíveis efeitos em relação a saúde nesta habitação. Já o estudo de Ma et al. (2018) apresentou uma RSL de trabalhos que analisaram as dimensões das perspectivas humanas ao som, visto que, as pessoas passam muitas horas em edifícios, então foi importante investigar as influências acústicas, além disso, em seu estudo foi fornecido novos conhecimentos para a compreensão das interações humano ambiental e novas alternativas para futuros projetos de construção. Outros estudos investigaram sobre outros aspectos desse setor, mas não realizaram uma RSL, como por exemplo há trabalhos que exploraram as metodologias de avaliação ambiental no contexto de construção civil (CARABANÑO et al., 2017; CHOMKHAMSRİ; MUNGCHAROEN; YUVANIYAMA, 2017; NAJJAR et al., 2017). Outros autores desenvolveram artigos sobre produção de materiais, suas propriedades e seu uso (DEL RÍO MERINO et al., 2017; MACILLO; FIORINO, 2017; S. AL-JABRI, KHALIFA; HAGO, A. W.; BAAWAIN, M.; STHAPIT, 2017; SVAJLENKA; KOZLOSKA, 2017). Também foi possível encontrar na literatura trabalhos que focaram na produção de resíduos, indicadores ambientais, alternativas verdes para construção, desempenho operacional de obras com certificações (ALRASHED; ASIF; BUREK, 2017; AWADH, 2017a; FREGONARA et al., 2017; OZCAN DENİZ, 2017), entre outros desdobramentos sobre o tema.

A sustentabilidade na indústria da construção pode ajudar a atender às necessidades do presente e das gerações futuras através da conservação de energia, água e recursos naturais

[Digite aqui]

por reutilização, reciclagem, design inovador e minimização de resíduos e poluição. Para isso, medidas proativas são tomadas, com o intuito de reverter ou minimizar os impactos negativos que as atividades de construção trazem para o ambiente (AIGBAVBOA; OHIOMAH; ZWANE, 2017).

3.2 RESULTADOS DA RSL

A partir da revisão sistemática de literatura, foram realizadas algumas análises nos 433 artigos selecionados. Esses artigos foram analisados quanto a suas características gerais e a extração mais detalhada de dados relevantes sobre a sustentabilidade na construção civil.

3.2.1 Frequência do número de publicações dos artigos por ano

Diante de todos os critérios utilizados para a realização da RSL, foi possível identificar a evolução dos trabalhos publicados na área no período estabelecido neste estudo. Foi possível observar que o número de trabalhos cresceu ao longo dos anos, principalmente no último triênio, como pode ser observado na figura 4.

Nos primeiros 9 anos, houve a publicação de 37 trabalhos, cerca de 8,5% do total, gerando uma média de 4,63 trabalhos/ano, um número relativamente baixo quando comparado ao intervalo de 2009 a 2014, quando foram publicados 141 trabalhos, 32,5% do total, crescendo a média para 23 trabalhos/ano. Nos anos de 2015 e 2016, houve um aumento ascendente, praticamente duplicando o número de trabalhos publicados nesses anos, que junto com o ano de 2017, representaram cerca de 59% dos trabalhos publicados.

Os números podem ser explicados pelas ações voltadas a prática da sustentabilidade em resposta às pressões ambientais, principalmente após o Protocolo de Kyoto e Agenda 21, que estabeleceram diretrizes mundiais quanto a redução de emissões de poluentes ligados a indústria da construção.

Outro fator importante, foram legislações específicas de cada mercado. Essas novas regras, podem ter influenciado no aumento do número de trabalhos publicados a partir de 2014, sendo esses principalmente voltados aos mercados europeus e asiáticos, 34,12% e 31,37% respectivamente.

Há fortes evidências para justificar o crescimento de artigos a partir de 2014, pois inicialmente para executar uma obra, as estratégias de construção não levavam em consideração a sustentabilidade ambiental, como também a produção mais limpa, então, posteriormente, a fim de reduzir impactos e aumentar o desempenho do processo, foi

[Digite aqui]

estabelecido procedimentos alternativos, visando a eficiência do processo de forma global, assegurando a sustentabilidade. Além disso, é importante destacar que em geral, a prevalência da aplicação de trabalhos encontrados sobre sustentabilidade na indústria da construção são localizados no continente europeu e asiático, pois diversos países aderiram a Agenda 21 como plano de ação para o desenvolvimento da sustentabilidade, verificando processos e estratégias adotadas para a construção sustentável em nível internacional, nacional e regional, como também assumiram o compromisso de reduzir as emissões de carbono e poluentes (AL-JEBOURI et al., 2017; CLARKE, 2010; TOMOVSKA; RADIVOJEVIĆ, 2017).

Figura 4 - Trabalhos publicados entre 2000 e 2017



Fonte: A autora (2018)

Na figura 5, pode-se observar os principais locais de aplicação dos estudos, observando a distribuição entre os continentes.

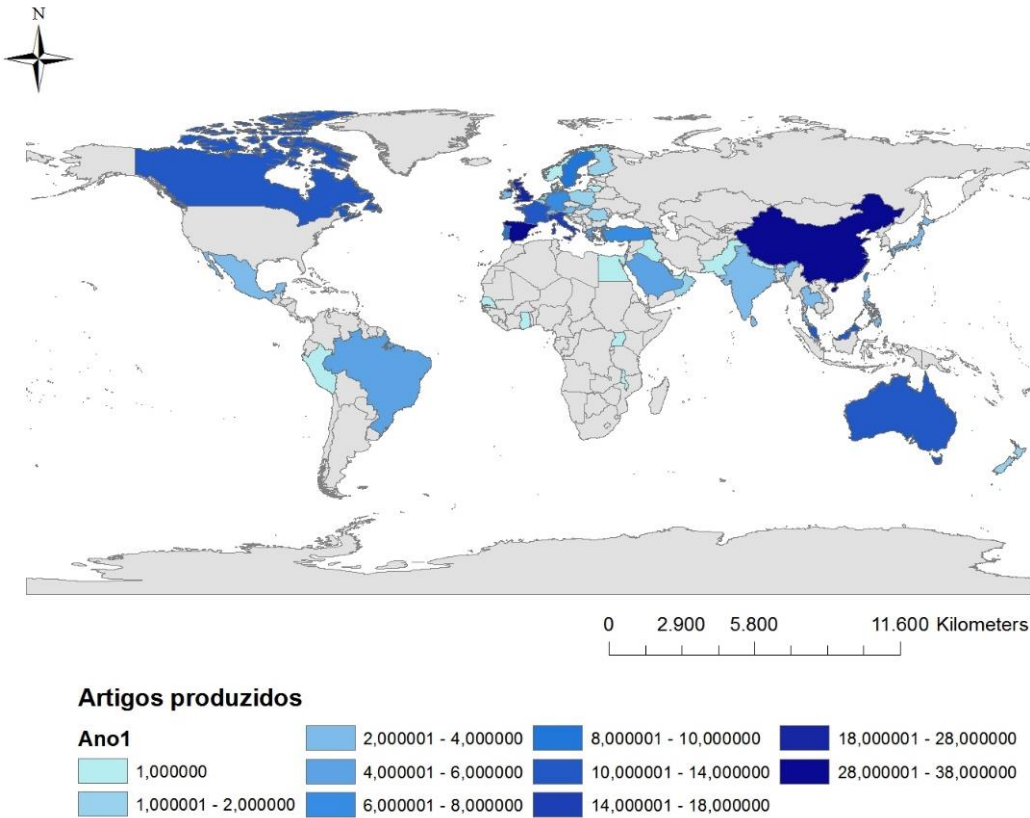
O regulamento europeu nº. 305/2011, sobre mercado de produtos para a construção, estabelece as declarações ambientais de produto como ferramentas para avaliação de impactos ambientais e que essas devem incluir a totalidade do ciclo de vida do produto, criando novas metas de redução de emissão de CO₂ para serem atingidas até 2020. A norma correspondente na Comunidade Europeia é a EN 15804:2012+A1:2013, estabelece regras para categorias de produtos de construção (EN 15804, 2012).

Alguns países da Ásia, estão no ranking da CCPI (*Climate Change Performance Index*) como em situações críticas nas emissões de carbono, levando a criação de planos para redução

[Digite aqui]

desses níveis (TATARI; KUCUKVAR, 2011). A Malásia por exemplo, afirmou que reduziria 40% da intensidade das emissões de carbono até 2020, incentivando trabalhos voltados a esses países nos últimos anos (BIN MARSONO; BALASBANEH, 2015).

Figura 5 - Local de aplicação dos estudos



Fonte: A autora (2018)

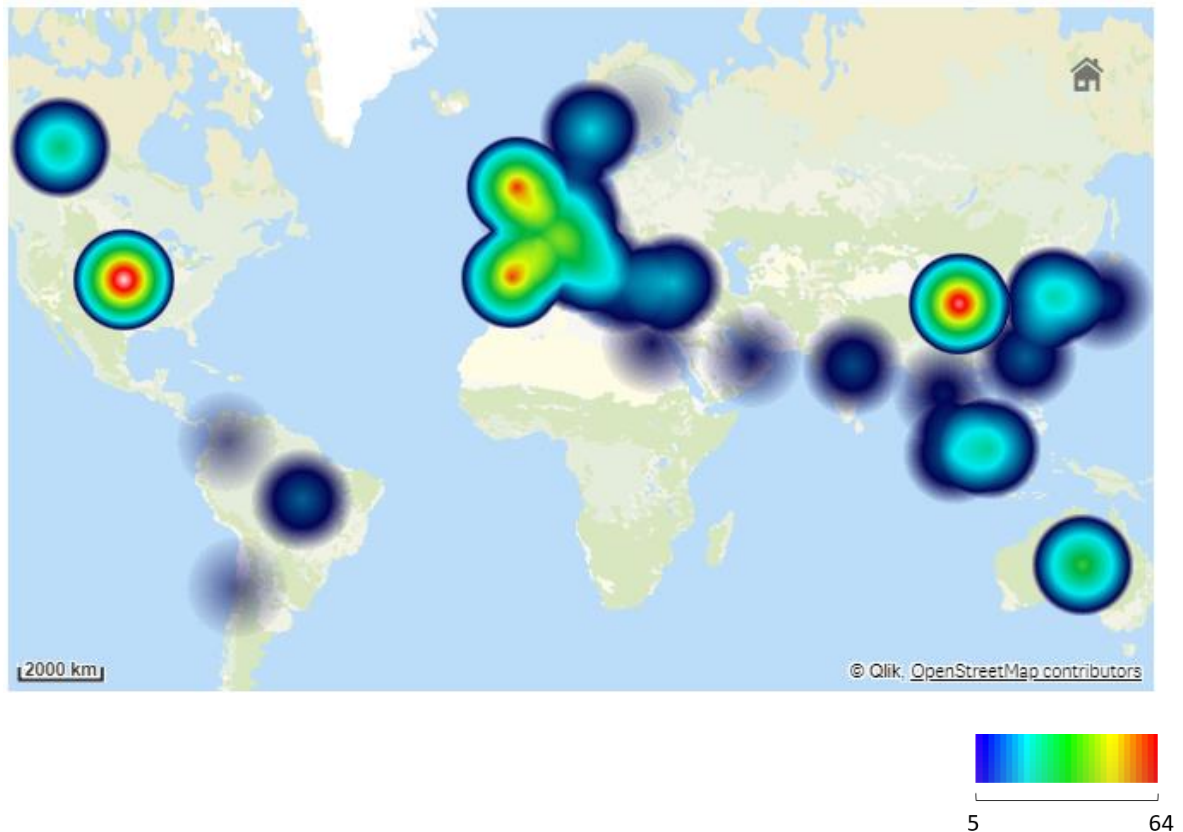
3.2.2 Região das Instituições dos Autores

De acordo com os critérios estabelecidos para este estudo, outra informação produzida foi a distribuição dos trabalhos com pelo menos 5 publicações por região da instituição de pesquisa dos autores. Segundo a figura 6, observou-se que a maior quantidade dos artigos publicados se concentra na América do Norte, em destaque para USA (64 instituições de pesquisa), em seguida Ásia (China, com 59 instituições de pesquisa), Europa (Reino Unido e Espanha, com 46 instituições de pesquisa em cada país), os demais países tiveram no máximo 30 publicações por instituição de pesquisa. Os dados foram apresentados usando uma

[Digite aqui]

ferramenta chamada de Qlik, a qual realiza agrupamento de informações e fornece uma visão geral das informações que se deseja trabalhar ((ERMAN et al., 2015).

Figura 6 - Países dos autores dos estudos



Fonte: A autora (2018)

3.2.3 Frequência dos Estudos por Periódicos

Os artigos analisados estão distribuídos em 67 periódicos (Apêndice C), sendo que, 6 deles somam 47% das publicações. Por meio desta pesquisa, foi possível identificar os principais periódicos que abordaram o setor da construção civil e a sustentabilidade. As principais áreas abordadas, estão ligadas a Tecnologia na Construção de edifícios, Engenharia, Ecologia e Materiais. Isso reflete de forma direta a busca por novas técnicas de construção, novas tecnologias e materiais, voltados a redução de poluentes, a redução da utilização de energia e água, como também na gestão de resíduos sólidos gerados ao longo de todo ciclo de vida dessa indústria.

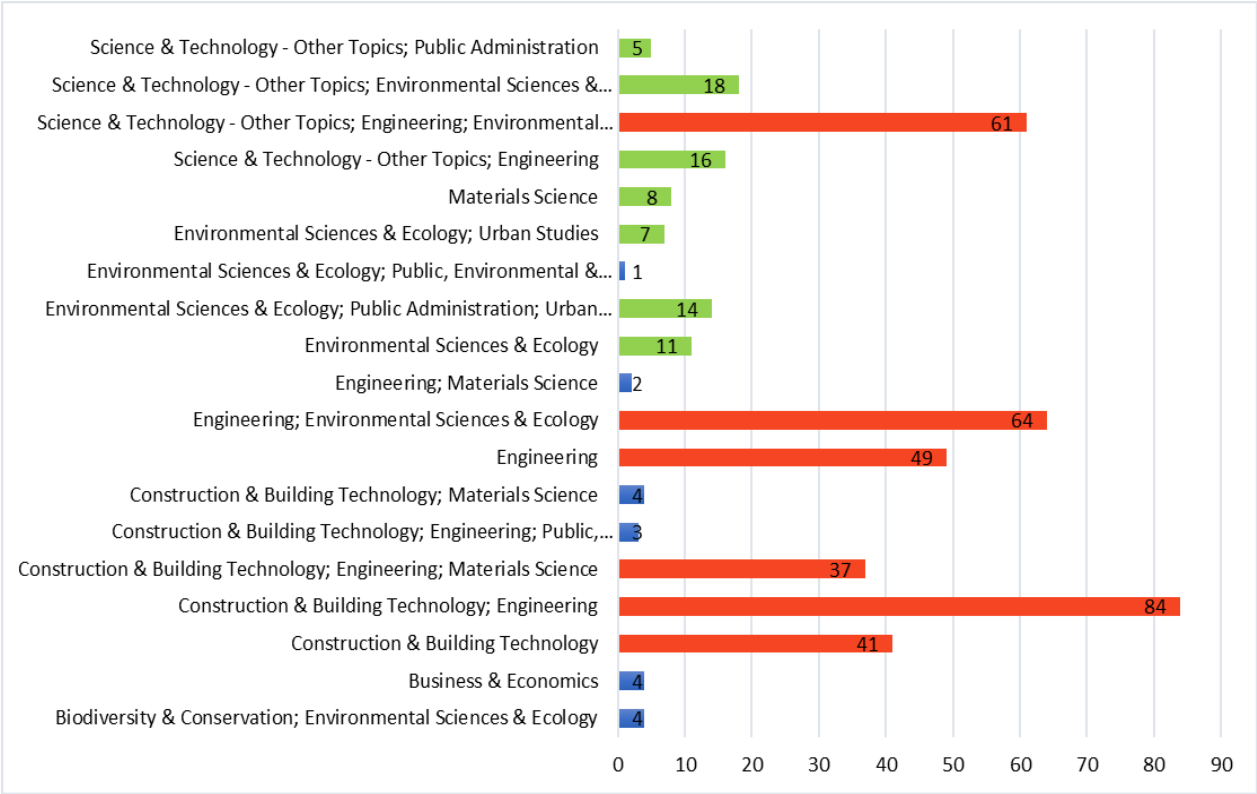
Além disso, com finalidade de compilar as informações, este estudo agrupou em 3 categorias as áreas de pesquisa e a quantidade de publicação, conforme figura 7, foi

[Digite aqui]

considerado o seguinte: em azul áreas de pesquisa que tiveram até 4 estudos publicados (representando apenas 4% do total), em verde, áreas de pesquisa entre 5 e 18 publicações (representando 18%) e finalmente em vermelho áreas de pesquisa com pelo menos 37 publicações (representando 78% do total), evidenciando que os trabalhos encontrados na literatura nos periódicos e suas respectivas áreas de pesquisa estão tendendo para o âmbito da construção, ciência dos materiais, tecnologias e ecologia.

Esta pesquisa destacou também o fator de impacto de artigos científicos publicados nos periódicos apresentados com pelo menos 30 publicações (tabela 2). Além disso, este artigo apresentou as principais áreas de pesquisa encontradas nos estudos de acordo com a base de dados *Web of Science - Main Collection (Thomson Reuters Scientific)*, as quais direcionam para áreas de Tecnologia na Construção de edifícios, Engenharia, Ecologia e Materiais.

Figura 7 - Áreas dos periódicos



Fonte: A autora (2018)

Tabela 2 - Fator de impacto dos quatro periódicos mais citados

Revista	Publicações	Fator de Impacto	Fator de impacto
---------	-------------	------------------	------------------

[Digite aqui]

		de 5 anos	
Building and Environment	56	4,053	4,464
Journal of Cleaner Production	45	5,715	6,207
Construction and Building Materials	31	3.485	4.039
Resources Conservation and Recycling	30	5.120	5.228

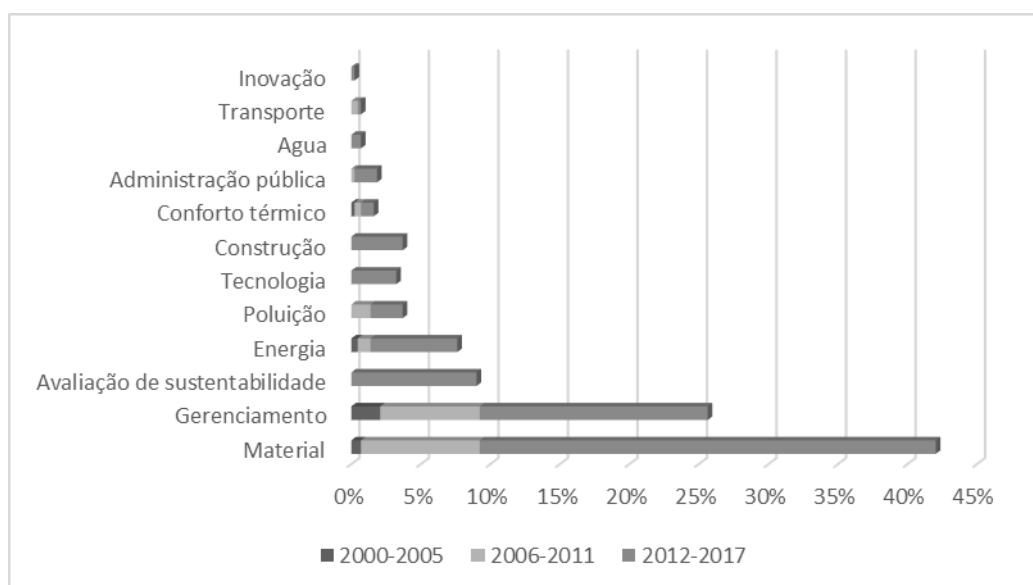
Fonte: A autora (2018)

3.2.4 Enquadramento do foco dos artigos

A sustentabilidade vem sendo explorada em diferentes áreas dentro da indústria da construção civil. Para entender melhor como ocorre essa atuação, os trabalhos foram detalhados nas diferentes áreas de atuação ao longo dos anos, conforme figura 8.

As principais áreas tratadas nos artigos são materiais, gerenciamento de projeto e modelos de avaliação. Nota-se que nos últimos anos, outras áreas também passaram a ser exploradas, refletindo possíveis exigências de mercado e questões legislativas como tratadas no tópico 3.1.

Figura 8 - Principais áreas tratadas nos artigos por períodos de tempo



Fonte: A autora (2018)

3.2.4.1 Materiais

Com relação ao enquadramento dos trabalhos, foi notado um grande número de trabalhos, 182 artigos, em torno de 42% do total, voltados a pesquisa sobre materiais de

[Digite aqui]

construção. Entre os materiais mais citados nessa pesquisa estão o concreto, o aço, o cimento, madeira e gesso.

Os materiais de construção, são essenciais na busca pela produção de edifícios mais sustentáveis, pois eles estão diretamente ligados aos resultados desses, tanto com relação a qualidade, a durabilidade, a solidez, o custo e o acabamento da obra, como também a quantidade de CO₂ consumido durante todo seu ciclo de vida (ZEA ESCAMILLA; HABERT, 2014).

É importante ter em mente a energia incorporada, consequentemente o CO₂ consumido, em cada fase do ciclo de vida de um edifício, para entender a importância dos materiais ao longo de cada fase. O CO₂ é produzido em cada uma das fases do ciclo de vida, desde as fases de fabricação, transporte e construção, até a operação do edifício, fase de manutenção após a conclusão e demolição do edifício. A fase primária da produção de CO₂, é a fase de operação e manutenção dos edifícios. Isso ocorre porque a quantidade mais significativa de emissão de CO₂ é resultado da produção de energia da operação de equipamentos, como sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado, e a fase de operação de um edifício constitui o período mais longo do ciclo de vida total do edifício (OH; CHOI; PARK, 2017).

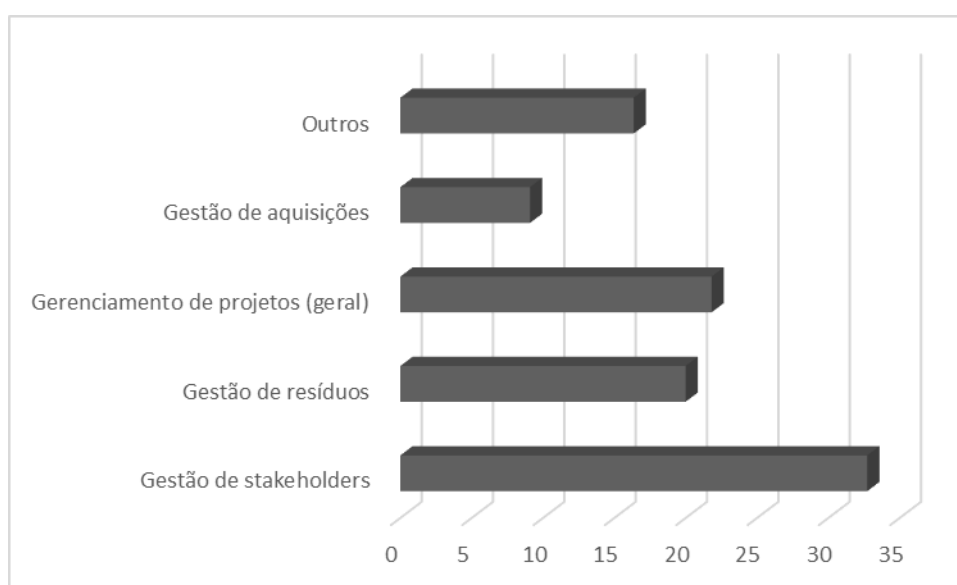
Carreiras (2015) afirma que vários aspectos devem ser levados em conta na escolha dos materiais de construção, como toxicidade, energia incorporada, reaproveitamento de resíduos e durabilidade. No quesito durabilidade, os requisitos técnicos são voltados a questões sobre estabilidade e resistência a agentes químicos, físicos e biológicos, tais como luz, calor, umidade, microorganismos e sais. Quanto ao conforto térmico, o foco é o poder isolante de calor e som, o poder impermeabilizante e a ausência de elementos prejudiciais. Já questões estéticas, se observa o aspecto do material já colocado no acabamento da obra, e *desing* da edificação (ERLANDSSON; LEVIN, 2004).

Por esse motivo, muitos estudos têm sido orientados para esse tema, seja para a busca de novos produtos de construção ambientalmente mais “corretos”, como também a procura de substitutos diretos, além da incorporação de matérias primas secundárias ou reaproveitamento e reciclagem de resíduos de construção ou de outros processos produtivos. Fatores como disponibilidade local, pouco processamento, toxicidade, potencialidade para serem recicláveis, produtos culturalmente aceitos, propícios para a autoconstrução, também são levados em conta para seleção de materiais (EN 15804, 2012).

3.2.4.2 Gerenciamento de projetos

Outro ponto de destaque entre os enquadramentos dos trabalhos é o gerenciamento, ele aparece em 2º lugar, com 111 trabalhos, 26% do total. A inserção de termos ligados a sustentabilidade em projetos de construção, trouxe vários desafios, muitos deles ligados a questões gerais de gerenciamento desses projetos, principalmente no que tange ao gerenciamento de stakeholders, gestão de resíduos, gestão de contratos e questões ligadas a tomadas de decisão sobre diversos aspectos (Figura 9).

Figura 9 - Distribuição de áreas de gerenciamento de projetos nos trabalhos da RSL



Fonte: A autora (2018)

Alguns trabalhos relatam a importância do gerenciamento das partes interessadas (*stakeholders*) em projetos de sustentabilidade, já que o sucesso do projeto está diretamente ligado ao grau de satisfação dos envolvidos e no entendimento dos objetivos do projeto por todos, pois esses podem ser conflitantes quando comparados a visão tradicional.

A gestão de resíduos é a segunda área de gerenciamento mais tratada nos trabalhos. Ding, Wang e Zou (2016) alertaram sobre a pressão que a grande quantidade de resíduos de construção e demolição causam sobre desenvolvimento sustentável urbano e regional, o que torna a gestão de resíduos, uma questão urgente. Marrero (MARRERO et al., 2017) afirmaram que é necessário um bom plano de gerenciamento de resíduos nos projetos de construção, para minimizar a quantidade de resíduos de construção e demolição. O método de construção, o tamanho do projeto, o tipo de construção, o método de armazenamento de [Digite aqui]

material, o erro humano e os problemas técnicos são os principais fatores que afetam a geração de resíduos de edifícios recém-construídos.

Outro ponto relevante dentro do gerenciamento é gestão de aquisições, visto que existem algumas barreiras como, o conhecimento dos envolvidos nos tipos de produtos e serviços específicos para construção verde, a dificuldade na busca por fornecedores verdes, pois ainda é necessária a regulamentação do mercado e o incentivo de políticas públicas para o crescimento no número de empresas que ofertem produtos e serviços dessa nova filosofia, diminuindo o custo total da operação.

Wong, Chan e Wadu (2016) discutiram que os fatores como mudanças regulatórias públicas e mecanismos de mercado precisam facilitar as melhorias dos desenvolvimentos sustentáveis nas indústrias de construção civil. Yan (2015) afirma que padrões mais abrangentes e políticas governamentais que levam a um ambiente de mercado positivo são críticos para os desenvolvimentos sustentáveis nos setores de construção e construção. Essa necessidade de produtos, projetos e processos de construção mais sustentáveis tem sido percebida por organizações internacionais e políticas governamentais que agora promovem novos padrões para a sustentabilidade em indústrias de construção civil, incluindo os requisitos para desempenhos funcionais, técnicos, ambientais, sociais e econômicos.

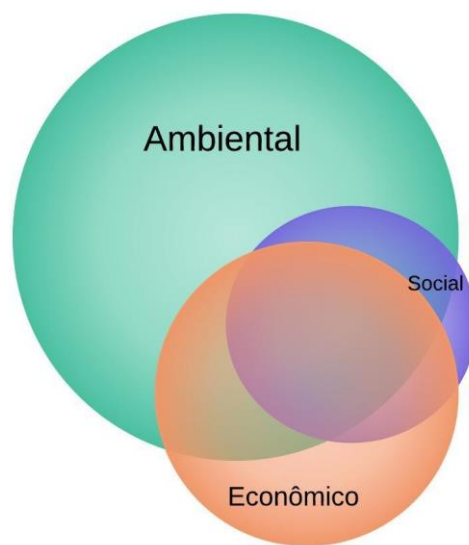
3.2.5 Pilares da sustentabilidade

Apesar da sustentabilidade ser constituída de três pilares principais: Ambiental, Social e Econômico, e que, para ações eficientes, os três devem ser desenvolvidos de forma igualitária (GILBERT SILVIUS et al., 2017), na prática, conforme os artigos analisados, isso não tem ocorrido, como pode ser visto na figura 10. Apenas 35% dos trabalhos, 151 artigos, abordam os três pilares, a maior parte das pesquisas, 165 trabalhos, 38%, tem se focado principalmente na ênfase ambiental, já que essa é a que está mais abordada nos aspectos legais, como também, a que tem um maior apelo a nível de mercado, sendo portanto, a mais buscada.

De acordo com Raut e Gomes (2016); Tomovska e Radivojevic (TOMOVSKA; RADIVOJEVIĆ, 2017); Arslan et al. (ARSLAN; EMIROĞLU; YALAMA, 2017a) atualmente existe muitas razões para focar na dimensão ambiental, pois muitos países e organizações estão adotando tecnologias, materiais sustentáveis, processos eficientes e limpos, proteção ambiental, renovabilidade, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, reutilização e incorporação de novos materiais de construção, como também afim

de satisfazer as necessidades atuais e futuras da sociedade, então essas ações podem justificar as estratégias de construções e práticas contemporâneas em termos do pilar ambiental já que o mesmo é o que está mais abordado nos artigos. Na sequência estão os trabalhos que abordam os pilares ambientais e econômicos.

Figura 10 - Diagrama de Venn dos pilares da sustentabilidade

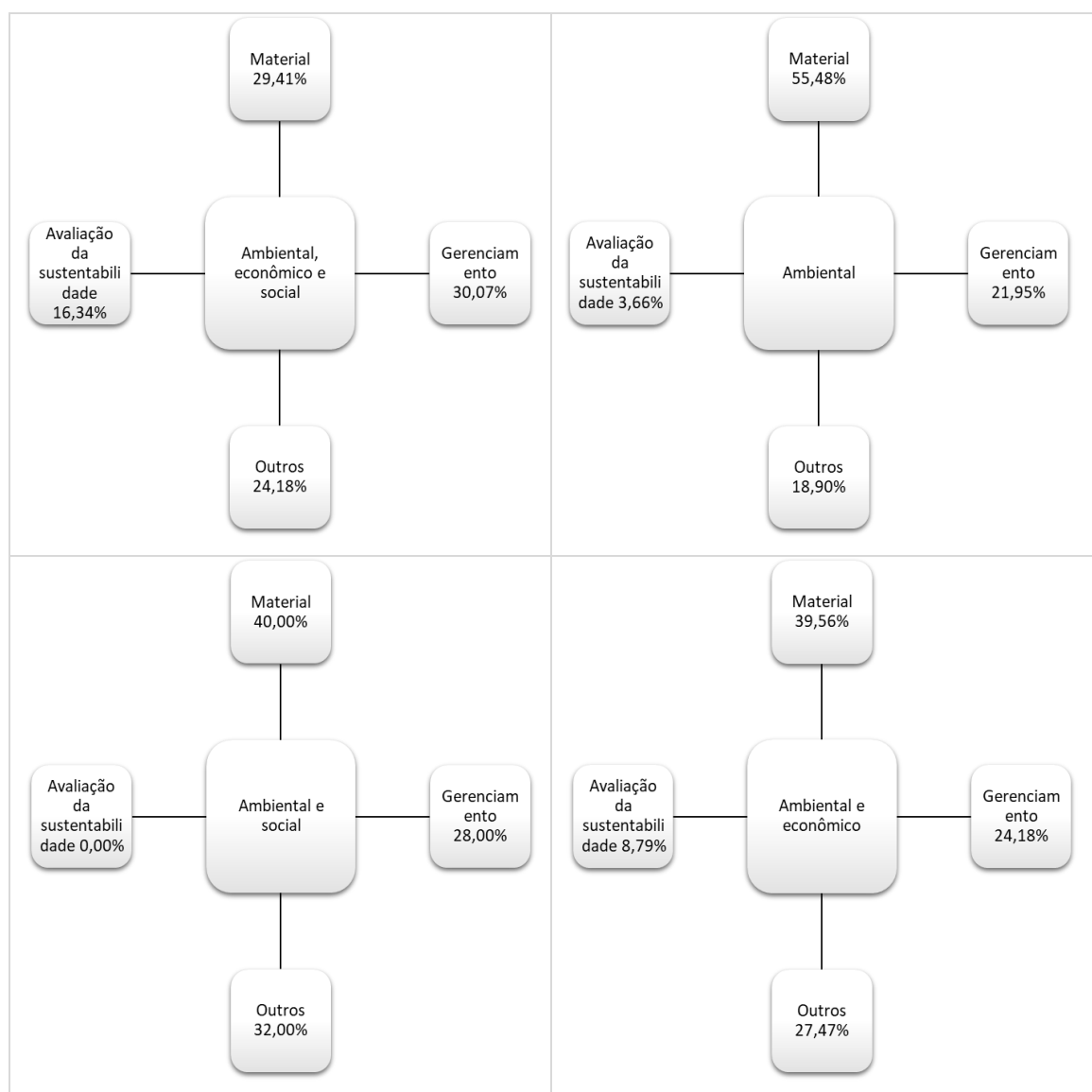


Fonte: A autora (2018)

Além disso, por meio desta revisão, este estudo foi capaz de identificar a interrelação dos trabalhos encontrados na literatura entre os principais enquadramentos apresentados anteriormente (materiais, gerenciamento e avaliação ambiental) com os três pilares da sustentabilidade, realizando assim uma representação gráfica (figura 11), a qual apresenta a quantidade de artigos publicados em cada pilar ambiental, destacando que a maior parte dos estudos trabalharam com a integração dos três pilares, ou seja, ambiental, econômico e social, isso pode ser explicado, pois o pilar econômico refere-se as consequências financeiras das ações da empresa para os *stakeholders*, já o social à participação da manutenção e aperfeiçoamento do sistema no que diz respeito aos direitos e responsabilidades e o pilar ambiental aborda a conservação e manejo dos recursos naturais (LITTLE; HESTER; CAREY, 2016). Então, com base nesses possíveis conceitos das dimensões ambientais, organizações, políticas públicas e sociedade tendem a gerir uma estratégia adequada com objetivo de alinhar a sustentabilidade, minimizando os impactos ambientais.

[Digite aqui]

Figura 11 - Relações entre principais enquadramentos considerados neste estudo e os três pilares da sustentabilidade



Fonte: A autora (2018)

3.2.6 Etapa da obra

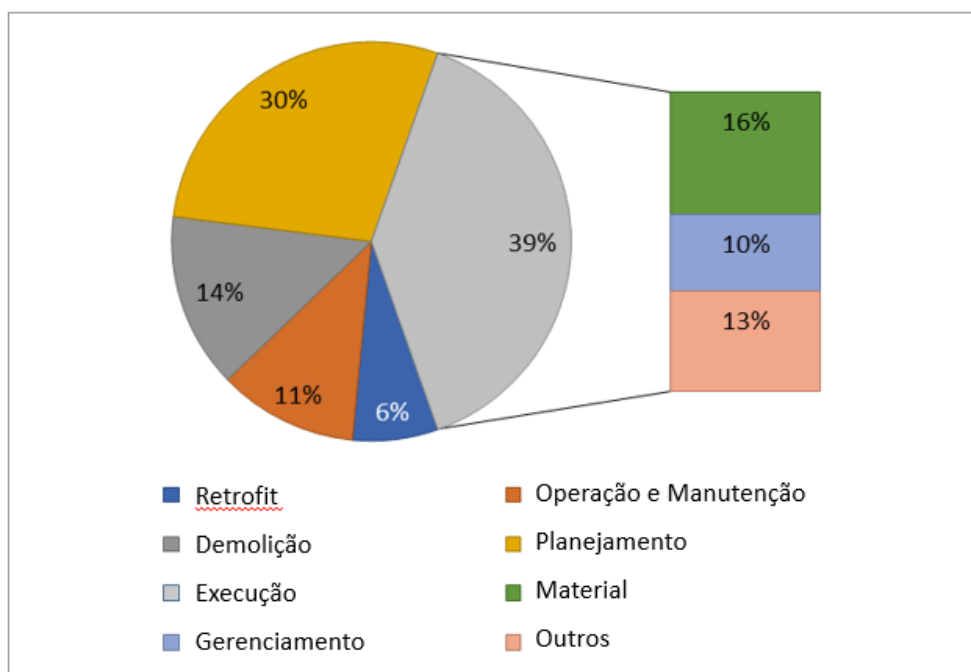
Outro ponto analisado, foi a relação entre os trabalhos sobre sustentabilidade na construção civil com a etapa da obra (Figura 12). O ciclo de vida de um projeto diz respeito a distribuição do tempo das principais tarefas que compõe um projeto. Ele é composto de quatro estágios sequenciais usualmente, que são: definição, planejamento, execução e fechamento (VAN DEN ENDE, 2015). Na construção civil, essas etapas são: Planejamento, execução,

[Digite aqui]

operação e manutenção, demolição, e em algumas obras, antes da demolição é feito uma remodelação do edifício, conhecido como *retrofit* (ALBA-RODRÍGUEZ et al., 2017; CASTRO; MATEUS; BRAGANÇA, 2017a).

A maior parte dos trabalhos, 169 trabalhos, 39% do total ocorreram durante a execução dos projetos, seguidos das etapas de planejamento, 130 trabalhos, 30% do total. Esses números refletem o enquadramento dos artigos (item 3.3), sendo a seleção de materiais e gerenciamento de projetos diretamente ligados as etapas de planejamento e execução de uma obra de construção civil, já que nessas etapas todas as decisões ligadas ao projeto são tomadas, e sequencialmente executadas.

Figura 12 - Distribuição de trabalhos nas diferentes etapas de uma obra



Fonte: A autora (2018)

3.2.7 Obras com certificações

Por meio da literatura foi possível perceber que as organizações estão preocupadas em minimizar os impactos ambientais causados por obras no setor de construção civil, devido a exploração dos recursos naturais, energia, produção de resíduos e poluição (CHOKOR et al., 2016). Com isso, se iniciou a procura de programas de certificações ambientais, os quais auxiliam projetos e construções para obras comerciais, residenciais e até mesmo para infraestrutura, gerando benefícios, como por exemplo conforto térmico, níveis de iluminação,

eficiência hídrica, limpeza, manutenção e bem estar (EL ASMAR; CHOKOR; SROUR, 2014; FISK; BLACK; BRUNNER, 2011; ISSA et al., 2011).

De acordo com os estudos selecionados foi possível identificar as principais certificações encontradas nas obras, conforme tabela 3, destacando a certificação LEED com 45% encontrada nos trabalhos publicados, em seguida BREEAM com 15% e ISO com representando 9%. As demais certificações (CASBEE; SBTool; *Buiding Standard*; *Eco Housing*; *Estdama*; GB; GBI; GBL-ASGB; GRIHA; GSAS; HQE; ITACA; *Living Building Challenge*; *Passive House*) representaram 31% encontradas nos estudos.

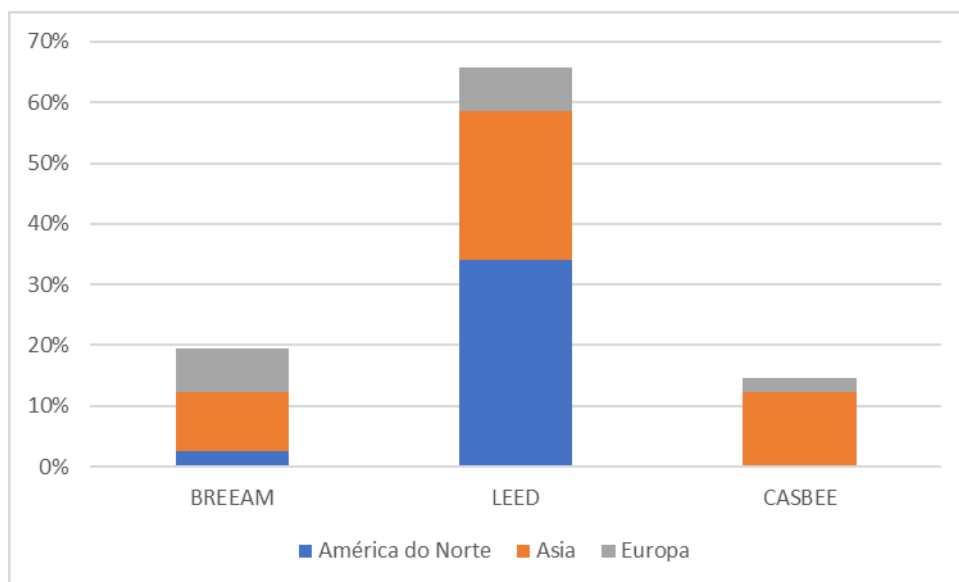
Tabela 3 - Principais certificações encontradas nas obras

Principais Tipos de Certificações	%	Definição
LEED	45%	Sistema de classificação de Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED) do US Green Building Council (USGBC), tem como objetivo reconhecer edifícios projetados para alcançar um desempenho superior em diversas áreas, incluindo consumo de energia e qualidade ambiental interna (CHOKOR et al., 2016).
BREEAM	15%	Método de Avaliação Ambiental do Building Research Establishment (BRE), o qual utiliza medidas de avaliação de desempenho reconhecidas internacionalmente, aplicadas a partir de uma ampla gama de categorias e critérios de avaliação (ILHAN; YAMAN, 2016).
ISO	9%	Organização Internacional para Padronização: ISO 14001: Tem como objetivo obter um desempenho ambiental correto nas organizações e implementar sistemas de gestão ambiental (WANG, 2014). ISO 14040 e ISO 14044: direcionada para as fases de definição do objetivo e escopo e análise de inventário do ciclo de vida (TRUSSONI et al., 2015). ISO 21929-1: Descreve e fornece diretrizes para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade relacionados aos edifícios e define os aspectos dos edifícios a serem considerados ao desenvolver sistemas de indicadores de sustentabilidade (CASTRO; MATEUS; BRAGANÇA, 2017b).

Fonte: A autora (2018)

Outra consideração importante é que dos 433 artigos, apenas 47 abordaram e exploraram algum tipo de certificação na obra (Figura 13) e isso pode ser justificado pelo impacto do custo inicial para a organização/proprietário, pois nessa fase são estimados os custos fixos e variáveis para a construção de uma obra, considerando itens como qualidade, risco, segurança, meio ambiente, mão de obra, equipamentos e insumos, é necessário ter o monitoramento do orçamento do projeto e por meio de documentos que forneçam informações e gerenciando os custos é possível ter o controle de impactos futuros diretos e indiretos de uma obra.. Além disso, é importante destacar que diversos estudos investigaram de forma integrada mais de um tipo de certificação, como por exemplo nos estudos de Camara et al. (CAMARA et al., 2016), Hasik et al. (2016), Heravi et al. (2017).

Figura 13 - Relação de trabalhos com certificação versus localização continental



Fonte: A autora (2018)

De acordo com as informações extraídas nos estudos, é possível perceber que as certificações têm impacto positivo no setor de construção civil, visto que contribui para as organizações, gerando competitividade, benefícios ambientais, sociais e econômicos.

3.2.8 Metodologias de Avaliação Ambiental

De acordo com Meex et al. (2018) o foco da construção sustentável está se ampliando e isso pode ser justificado por conta de regulamentos e incentivos nacionais e internacionais, com finalidade de reduzir a demanda de recursos naturais, matérias primas, energia,

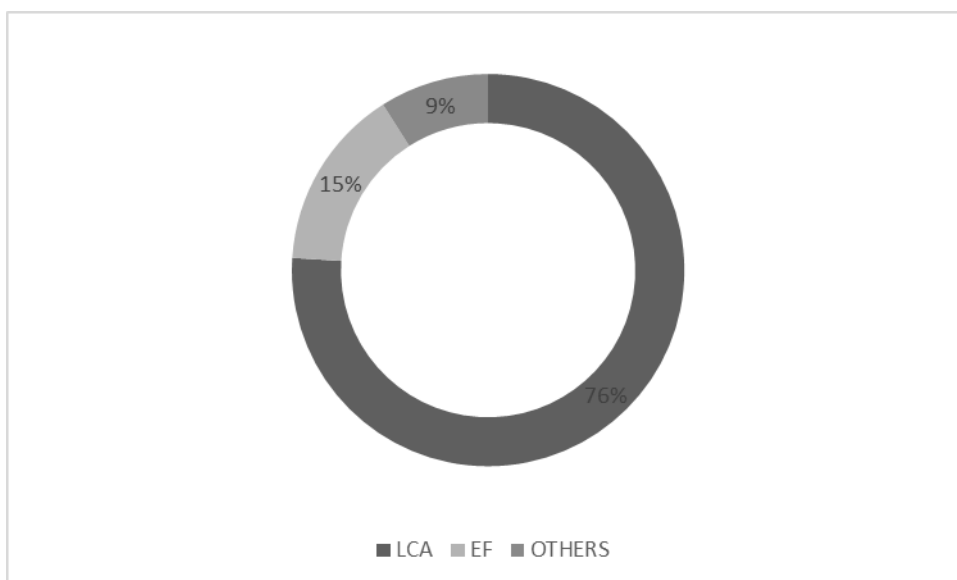
[Digite aqui]

aumentando o desempenho de uma construção. Portanto, é importante a implementação de ferramentas que quantifique a sustentabilidade nas diversas fases de uma obra, para assim promover o máximo de eficiência em todo o processo, alcançando assim a dimensão social, ambiental e econômica.

Diante disso, esse estudo identificou as principais metodologias de avaliação ambiental que estão inseridas no contexto de construção civil. É importante ressaltar que dos 433 artigos analisados, foram identificados mais de 10 tipos de ferramentas de mensuração ambiental encontrados em 139 artigos publicados na literatura.

A figura 14, representa a frequência de ocorrência das ferramentas de mensuração ambiental nos artigos, destacando LCA (Avaliação do ciclo de vida), com 76%, o qual é considerado um método de avaliação mais adequado e objetivo para quantificar o consumo de energia e recursos, a emissão e a geração de resíduos e os impactos ambientais de um edifício ao longo de todo o seu ciclo de vida (REZA et al., 2013), em seguida, *Footprint* (EF), que é um indicador que pode ser usado para rastrear o consumo de recursos terrestres ou bióticos, resíduos baseados em carbono de populações humanas (MCBAIN et al., 2018), outra característica deste indicador é que aumenta a medida que se tem mais urbanização, além disso, 40% a 50% das emissões globais de gases com efeito de estufa provêm de edifícios (RAMESH; PRAKASH; SHUKLA, 2010).

Figura 14 - Principais metodologias ambientais encontradas nos trabalhos



Fonte: A autora (2018)

As demais ferramentas, como por exemplo SEAM (Método de Avaliação Ambiental Saudita), *EcoInvent*, qualidade de vida social, *life cycle cost* (LCC), entre outras, representam apenas 9% e podem ser encontradas em Ueda (UEDA, 2012), Vialle et al. (2015), Karatas et al. (2015), Kovacic et al. (2016) entre outros trabalhos, é importante destacar que também essas ferramentas tem como finalidade avaliar e quantificar a carga e sustentabilidade ambiental de elementos que podem ser encontrados no contexto da construção.

3.3 DISCUSSÃO

Diante do que foi apresentado sobre a sustentabilidade no contexto da construção civil, as seguintes evidências são apresentadas:

- A área de materiais é a esfera mais estudada no contexto dos artigos desta pesquisa, isso pode ser justificado pelo fato que materiais de construção civil considerados permanentes ou auxiliares geram maiores impactos ambientais, por isso o foco principal dos estudos é este (FERREIRO-CABELLO et al., 2016). Isso reflete também na gama de artigos que exploraram e aplicaram a metodologia de avaliação ambiental LCA, justificando ser a mais utilizada, já que a mesma oferece suporte no setor de construção civil, sendo aplicada de forma eficiente para materiais de construção, já que a essa metodologia pode considerar propriedades físicas, químicas, volume, dimensão, vida útil dos componentes.
- Dentre as certificações exploradas nos artigos, LEED foi a mais utilizada, pois esse sistema de classificação dar maior foco em produzir edificações verdes, sustentáveis, mais eficientes e econômicas, tem como princípios reduzir poluição, resíduos, energia, impactos na natureza e saúde humana, por meio da utilização de forma racional da água, recursos, energia, bem como na seleção de materiais e equipamentos (GELOWITZ; MCARTHUR, 2018).
- Dentro do gerenciamento, a gestão de *stakeholders* é a área mais abordada nos artigos investigados. Isso ocorre pois várias pessoas e/ou organizações estão envolvidas em um projeto de construção civil. A diversidade da natureza das partes interessadas, faz com que o gerenciamento dessas seja fundamental para o sucesso do projeto e na minimização dos impactos negativos que possíveis conflitos de interesse possam gerar. Logo, procurar um ponto de acordo entre os diferentes interesses dos *stakeholders* envolvidos (empreiteira, organizações e clientes) é

essencial na busca de um equilíbrio que satisfaça todas as partes interessadas (HU; GEERTMAN; HOOIMEIJER, 2014a; TAN et al., 2015).

- Com relação aos pilares, o social e o econômico são os menos explorados no estudo. O pilar ambiental apresenta forte apelo de mercado, além das pressões políticas, o que incentiva o desenvolvimento de trabalhos nesse setor, o que não ocorre com os outros. O pilar social, está diretamente ligado a percepção dos usuários ou critérios secundários do processo de produção, como bem-estar do funcionário (KARAKHAN; GAMBATESE, 2017). O aspecto econômico, também é menos tratado em trabalhos. Em geral, obras sustentáveis apresentam um custo inicial superior, que seria “compensado” com um custo menor para o usuário final, na etapa operação e manutenção, durante a utilização do edifício, porém esses dependem muito da utilização correta dos usuários e um longo período de observação, o que inviabiliza ou atrai poucos estudos na área (ADAMS et al., 2017; CHONG et al., 2017).

Esses critérios de utilização correta dos usuários e um longo período de observação, durante a etapa de operação e manutenção, faz com que esse, depois do retrofit, seja a etapa menos se observou estudos investigados (FEESE et al., 2015; VIALLE et al., 2015).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

É notável o impacto ambiental causado pela indústria da construção civil, por esse motivo, práticas de sustentabilidade têm sido buscadas nos últimos anos em toda cadeia dessa indústria. Para evidenciar essas práticas, como também a evolução dos estudos nas diferentes áreas, foi realizada uma revisão sistemática da literatura entre os anos de 2000 e 2017. A busca foi realizada na base científica *Web of Science*, seguindo critérios pré-estabelecidos. Após a alocação de métodos de filtragem, a busca resultou em um total de 433 trabalhos.

Com isso, esse trabalho trouxe a reunião de informações sobre as principais publicações envolvendo os temas sustentabilidade e construção civil dos últimos 18 anos, auxiliando os pesquisadores a entender a evolução dos trabalhos, as principais áreas abordadas, metodologias ambientais e certificações tratadas, servindo como uma grande base referencial para futuros trabalhos.

O crescimento do número de estudos nessa área foi notado, principalmente entre os anos de 2014 e 2017. Os trabalhos foram classificados pela área de enquadramento dos mesmos,

sendo a área de materiais e gerenciamento de projetos as mais abordadas. Foram observados também a distribuição entre os pilares abordados, sendo o ambiental o mais tratado.

Com a base conceitual definida, foi iniciada a avaliação das barreiras para implantação da sustentabilidade em projetos de construção, relacionando com essas barreiras a eventos na área de materiais e gerenciamento, de acordo com os principais resultados da RSL. Pelas características da ferramenta, o *Bow-tie* foi a metodologia escolhida para essa nova etapa do trabalho.

4 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS BARREIRAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo é discutido sobre o uso de um modelo proativo de gestão de riscos, o *Bow-tie*, realizando um estudo de campo em 3 cenários diferentes de obras sustentáveis na Região Metropolitana de Recife (RMR), através de entrevista com especialistas da área. O primeiro cenário aborda um levantamento mais genérico sobre desperdício de matérias em obras verticais. O segundo cenário com um levantamento mais específico, sobre o desperdício de gesso em edificações verticais. O terceiro cenário mostrando práticas sustentáveis bem-sucedidas em um empreendimento comercial. É importante salientar que os dados discutidos aqui, são referentes ao estudo de campo sobre as práticas discutidas pelos especialistas na RMR, essas práticas podem variar de acordo com o país do estudo, cultura organizacional local e legislação própria.

4.1 CONTEXTO CIENTÍFICO

Um sistema construtivo é definido como aquele que promove intervenções sobre o meio ambiente, adaptando-o para suas necessidades de uso, produção e consumo humano, respeitando a capacidade de regeneração dos ecossistemas naturais. Os fatores que interferem no processo de construção foram agrupados em: o material utilizado, a mão de obra, o método construtivo, as máquinas e equipamentos, o meio ambiente de trabalho e o monitoramento da obra (PRIORI JR.; REGO SILVA, 2011).

Existe a necessidade da busca contínua para a melhoria dos métodos e técnicas de produção – comprometidos com a melhoria da qualidade, saúde e segurança ocupacional e a responsabilidade ambiental e social –, aliado à inovação tecnológica viável – que pode proporcionar benefícios, como redução de custos, rapidez, maior conforto, precisão e qualidade, à execução de tarefas, propiciando ganho na produtividade. Todavia, os métodos ou procedimentos de operação devem estar atrelados às diretrizes de viabilidade financeira: redução dos custos com energia e água, redução dos custos com manutenção e redução na geração de resíduos (ILHAN; YAMAN, 2016).

O conceito de construção sustentável, no geral, ainda é relacionado a questões ambientais apenas (FRAILE-GARCIA et al., 2017). É necessário que esse conceito se estenda a ações que visem melhorias na qualidade de vida do indivíduo e da comunidade, envolvidos no processo construtivo. Porém, a utilização de práticas mais sustentáveis no contexto da

[Digite aqui]

construção civil, ainda é tida por muitos empresários da região, como um ônus (às práticas normais) – gerando aumento nos custos e redução nos lucros das empresas do setor (PRIORI JR.; REGO SILVA, 2011)

Em Pernambuco, a construção civil ainda apresenta como característica atraso tecnológico e gerencial, que pode ser evidenciado nos processos construtivos empregados, nas condições de higiene e segurança ocupacional nos canteiros de obra, no volume de resíduos sólidos gerados e nos níveis de escolaridade e capacitação dos trabalhadores (PRIORI JR., 2008).

Dentre os materiais utilizados, o gesso tem um grande destaque, já que em Pernambuco encontra-se a maior reserva de gipsita do Brasil. Segundo dados do SINDUSGESSO, no Polo Gesseiro do Araripe são gerados 13,9 mil empregos diretos e 69 mil indiretos, com 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação e cerca de 750 indústrias de pré-moldados, que geram um faturamento anual na ordem de R\$ 1,4 bilhão por ano. A pureza do minério varia de 88% e 98%, sendo considerado de melhor qualidade no Brasil. A região do Araripe produz 84,3% do gesso consumido no país (SINDUSGESSO, 2017).

Por suas características e versatilidade, como fácil aplicação, baixo custo e bom acabamento, o gesso vem sendo cada vez mais utilizado, e conseqüentemente são gerados cada vez mais resíduos, sendo em média, 4% do total dos resíduos gerados pela construção civil (NASCIMENTO; PIMENTEL, 2010). Com a crescente preocupação ambiental, existe a necessidade de reduzir os desperdícios, uma das formas é através da reciclagem. Segundo Thormark (2001), a reciclagem de resíduos em edifícios reduz a necessidade de recursos naturais, energia, áreas de extração de recursos naturais e áreas de terra para aterro. Se descartado incorretamente, o gesso pode emitir gás sulfídrico no ambiente, que é inflamável e altamente tóxico, além de contaminar o solo e os lençóis freáticos.

Alencar, Mota e Alencar (2011) mostraram as dificuldades enfrentadas pelas partes interessadas na cadeia do gesso, para elucidar os problemas envolvendo a baixa motivação para a utilização do gesso em função das restrições apresentadas na resolução do CONAMA 307/02 (CONAMA, 2002), relacionadas as questões envolvendo cuidados necessários para reciclagem do gesso. Atualmente, o gesso é categorizado como resíduo de classe B pela resolução do CONAMA 431/11 (CONAMA, 2011), como resíduo reciclável para outras destinações, estabelecendo os cuidados necessários para destinação correta desse resíduo.

Sendo assim, buscar métodos proativos de gerenciamento de risco, podem auxiliar no sucesso de projetos de construção sustentáveis. O objetivo da avaliação dos riscos é auxiliar

[Digite aqui]

na compreensão dos fatores que levam à ocorrência de um risco específico, ao mesmo tempo que fornece informações sobre o impacto destes, a fim de que se possa evitá-los ou reduzir o efeito de suas consequências por meio de estratégias de contingência (ZENG; AN; SMITH, 2007). O método *Bow-tie* é uma técnica integrada que avalia cenários de risco em termos de probabilidade e caminhos de ocorrência. É elaborada para prevenir, controlar e mitigar eventos indesejáveis por meio do desenvolvimento de uma relação lógica entre causas e consequências de um evento indesejado (JACINTO; SILVA, 2010; VILEINISKIS; REMENYTE-PRESCOTT, 2017).

4.2 CENÁRIO 1

O cenário utilizado foi baseado na etapa de planejamento de obras de edificações verticais sustentáveis, de grande porte, com média de 30 pavimentos, realizadas na Região Metropolitana de Recife (RMR), que são as mais encontradas na região.

Um dos primeiros pontos importantes a ser levantado, do ponto de vista do especialista, é com relação ao uso do termo sustentabilidade, que vem sendo usado de forma indiscriminada considerando as práticas atuais na região, sendo mais correto o uso do termo: “práticas menos insustentáveis”.

Quando comparado a outros mercados, as práticas utilizadas no planejamento e execução de obras que visam a sustentabilidade, ainda são focadas em aspectos voltados a cumprimentos de normas de certificações como ISO 9001 e PBQP-H, que não visam práticas de sustentabilidade de forma direta, e sim questões ligadas a padronização, gerenciamento e segurança do trabalho.

4.2.1 Evento principal

Por se tratar de um universo amplo, os riscos foram categorizados por grupos. Esses grupos foram definidos de acordo com experiência do especialista. Para categorização dos riscos existentes no gerenciamento do projeto, foram primeiramente divididos em grupo:

- Materiais de Construção
- Água/esgoto
- Energia
- Mão de obra
- Segurança e Qualidade de vida no trabalho
- Gestão de obra

[Digite aqui]

- Resíduos
- Máquinas e equipamentos
- Relação da obra com seu entorno

Dentre os grupos, foi selecionado o de Materiais de Construção, por ser considerado prioritário, sendo o mais abordado dentre as pesquisas atuais relacionadas ao tema sustentabilidade na construção civil (ver capítulo 3). Definido os grupos, foi proposto o risco e definido o evento principal.

Um dos grandes riscos relacionados aos materiais, quando se busca meios para tornar a obra menos insustentável, está relacionado ao seu desperdício. Esse desperdício pode ocorrer em duas situações, a mais lembrada se trata dos resíduos gerados ao fim da execução do serviço ou por retrabalho, ou também quando não se consegue atingir as especificações que constam nas normas técnicas. Sendo então o desperdício de materiais de construção, o evento principal desse cenário.

4.2.2 Fatores contribuintes e barreiras preventivas

Vários fatores contribuem para a ocorrência de desperdício de materiais em um canteiro de obras. As principais apontadas pelo especialista foram listadas e exemplificadas na tabela 4. As ameaças listadas estão ligadas principalmente a pontos voltados ao processo construtivo, envolvendo questões técnicas; questões ligadas a mão de obra e questões envolvidas a administração de materiais.

Tabela 4 – Ameaças para desperdício de materiais

Fatores contribuintes	Exemplos
<i>Processos construtivos</i>	
Técnicas construtivas inadequadas	Técnicas em desacordo com as normas técnicas
Falta de domínio das técnicas construtivas	Mão de obra não treinada
Procedimentos para execução dos serviços inadequados/desatualizados	POP (Procedimento operacional padrão) desatualizados
<i>Mão de obra</i>	
Mão de obra inadequada	Profissionais não capacitados para serviços específicos
Falta de profissionais com conhecimento em	Gerentes de projeto inexperientes

[Digite aqui]

gestão e gerenciamento de projetos	
<i>Administração de materiais</i>	
Seleção inadequada de materiais	Prezar apenas por preço e não qualidade durante a seleção de materiais
Estoque/acondicionamento inadequado dentro do canteiro	Materiais sujeitos a intempéries naturais; Cimento ou argamassa em contato direto com o solo e umidade, pode alterar a composição química do produto.
Falta de métodos de controle de materiais durante a execução da obra	Sem o controle de liberação de materiais, pode favorecer o furto ou a perda de materiais, como componentes elétricos por exemplo.
Não utilização de programação de entrega junto ao fornecedor	A validade do cimento é de 90 dias em média após data de fabricação, o não planejamento das entregas de acordo com a programação da obra pode acarretar perda do produto para utilização
Entrega pelo fornecedor do material na obra	É importante verificação das especificações do produto e da qualidade desse no ato da entrega, para evitar o recebimento de materiais defeituosos
Transferência inadequada de material entre obras da mesma empresa	Mau acondicionamento do material para a transferência
Transporte inadequado dentro do canteiro	Utilização de equipamentos de movimentação não condizente com o material de construção

Fonte: A autora (2018)

Baseado nesses fatores, algumas barreiras preventivas podem ser traçadas. Essas barreiras são uma forma de prevenção para evitar que os fatores listados anteriormente, contribuam para a geração do risco potencial. Para cada ameaça, uma barreira foi destinada, conforme tabela 5.

[Digite aqui]

Tabela 5 - Barreiras preventivas para o desperdício de materiais

Fatores contribuintes	Barreira preventiva
Técnicas construtivas inadequadas	Planejamento; Mecanização e automação
Falta de domínio das técnicas construtivas	Treinamento Elaboração de procedimentos
Procedimentos para execução dos serviços inadequados/desatualizados	Investimento em Programas de Qualidade
Mão de obra inadequada	Seleção e Treinamento da Mão de Obra
Falta de profissionais com conhecimento em gestão e gerenciamento de projetos	Seleção e Treinamento
Seleção inadequada de materiais (qualidade)	Equipes com experiência sobre questões técnicas e gestão da aquisição Utilizar técnicas de seleção/avaliação de fornecedores
Estoque/acondicionamento inadequado dentro do canteiro	Uso de pallets Elaboração de projeto de canteiro
Falta de métodos de controle de materiais durante a execução da obra	Uso de métodos de controle de materiais
Não utilização de programação de entrega junto ao fornecedor	Programação de entregas junto ao fornecedor
Entrega pelo fornecedor do material na obra	Utilizar técnicas de inspeção de materiais no ato da entrega e estabelecer requisitos mínimos para aceite do material
Transferência inadequada de material entre obras da mesma empresa	Políticas para armazenamento, controle e distribuição adequada de materiais
Transporte inadequado dentro do canteiro	Distribuição de materiais (quantidade) antes da execução do serviço conforme consumo estimado Utilização de equipamentos de movimentação adequados

Fonte: A autora (2018)

[Digite aqui]

4.2.3 Barreiras de proteção

Algumas medidas devem ser tomadas caso o risco ocorra, essas medidas são chamadas barreiras protetivas. Elas servem para neutralizar ou minimizar as consequências causadas pelo evento indesejado. No caso do desperdício de materiais de construção, as barreiras protetivas são mais voltadas para o entendimento do risco e retirar lições de aprendizagem para trabalhos futuros, evitando assim, a repetição do mesmo.

- Treinamento
- Investimento em tecnologia
- Ações de registro e monitoramento dos serviços para posterior análise (Registro dos serviços em Fichas de verificação; Análise das apropriações dos serviços executados (consumo de material e homem hora))
- Reaproveitamento de material (aplicando as sobras em outros serviços menores associados). Ex: sobra da concretagem para concretagem de peças pequenas como contravigas para alvenaria

4.2.4 Consequências

Todo evento indesejado, tem um conjunto de causas, que podem gerar um conjunto de consequências. Essas consequências são o efeito que risco traz para o ambiente ou para seus envolvidos. No caso desse estudo, as principais consequências são:

- Aumento de custo
- Aumento do tempo de produção
- Maior impacto ambiental
- Maior dispêndio de trabalho para mão de obra
- Interferência na qualidade final do trabalho
- Retrabalho
- Impacto na imagem da empresa

Esses impactos podem afetar de forma direta os objetivos do projeto, principalmente os custos, pois os gastos extras com o material utilizado de forma errônea, o custo extra com a mão de obra, não podem ser recuperados.

Do ponto de vista da sustentabilidade, o desperdício de materiais afeta de forma direta os três pilares sustentáveis: Econômico, Social e Ambiental. O aumento de custos impacta diretamente o pilar econômico. O aumento do tempo de produção e dispêndio da energia da

[Digite aqui]

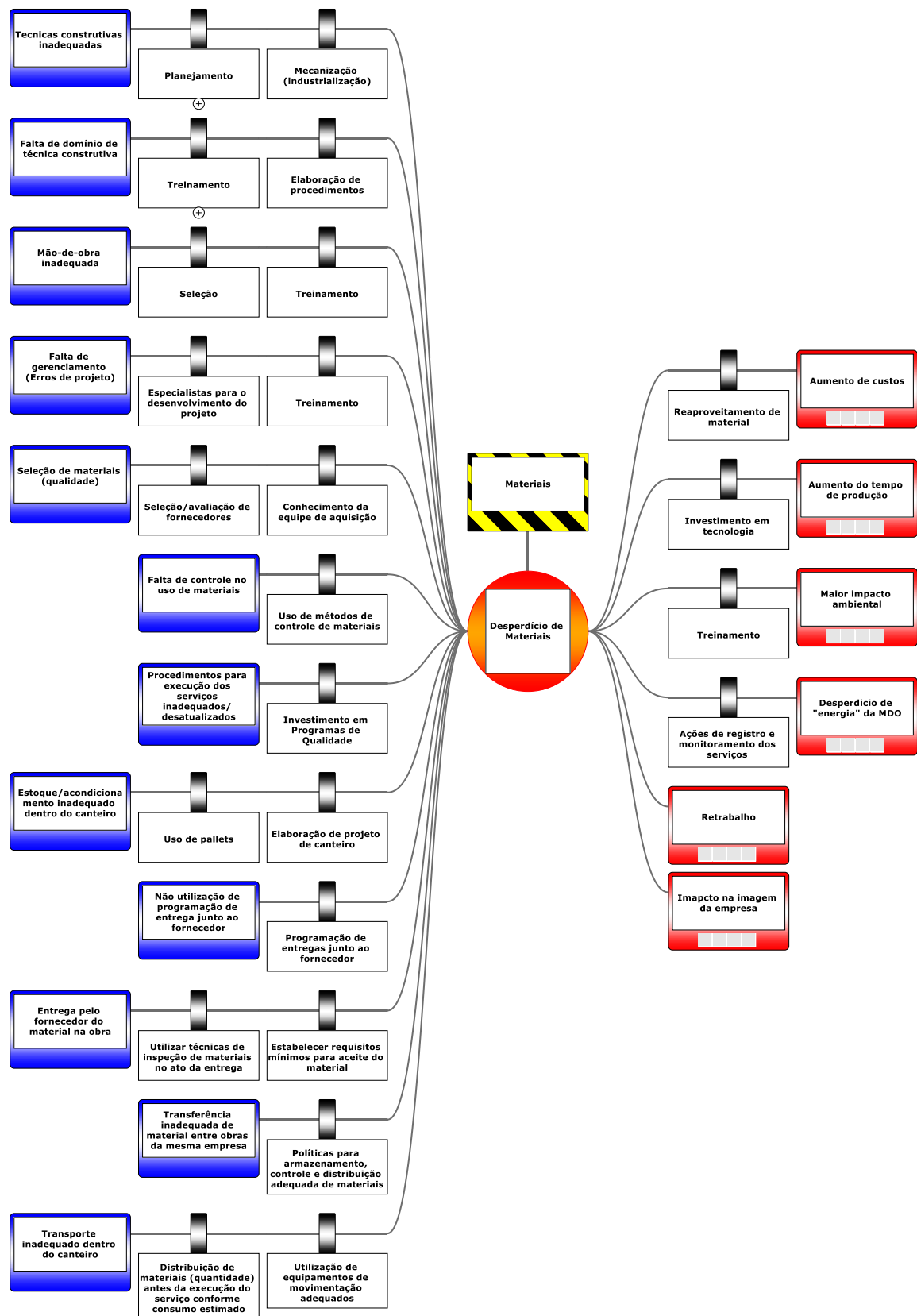
mão de obra, impactam o pilar social. E os impactos ambientais causados pela utilização dos materiais e geração de resíduos.

4.2.5 Diagrama Bow-tie para desperdício de materiais

Após o levantamento dos dados, foi utilizado o software BowtieXP 2.9.6, para a montagem do diagrama. O diagrama serve para facilitar a visualização das principais causas e consequências de um determinado evento, por todos os membros da equipe, facilitando na prevenção e na tomada de decisão quanto aos possíveis controles desse risco. Na figura abaixo, é apresentado um modelo genérico para o controle de risco de desperdício de materiais.

[Digite aqui]

Figura 15 - Bow-tie para desperdícios de materiais



Fonte: A autora (2018)

[Digite aqui]

4.2.6 Considerações sobre o cenário 1

O cenário 1 apresentou uma visão geral, de um consultor, sobre o desperdício de materiais de construção em obras verticais na RMR.

As principais causas para o desperdício estão voltadas a fatores ligados a técnica construtiva, gerenciamento da mão de obra e administração de materiais. Essas causas podem gerar aumento de custo, aumento de tempo de produção e um maior impacto ambiental.

Para minimização do risco ou dos impactos gerados, barreiras de prevenção e de proteção foram sugeridas.

4.3 CENÁRIO 2

Por se tratar de um evento genérico, não é possível um maior detalhamento do diagrama anterior, por esse motivo foi desenvolvido um estudo de caso aplicado para um material específico, o gesso.

4.3.1 Evento principal

O gesso foi selecionado pela facilidade de aquisição no estado, por ser um material de baixo custo e bastante utilizado em obras na região metropolitana de Recife. O evento principal trabalhado foi o desperdício de gesso em obras verticais na região metropolitana de Recife, do ponto de vista do fornecedor.

A principal forma de utilização do gesso nas construções locais é na forma de pasta e placa, sendo a pasta para revestimento a forma que acarreta em maiores perdas durante o processo.

4.3.2 Fatores contribuintes e barreiras preventivas

O desperdício de gesso tem por base os mesmos fatores contribuintes já tratados anteriormente, porém as barreiras preventivas são mais específicas para gesso, como pode ser visto na tabela abaixo.

Tabela 6 - Fatores contribuintes e barreiras preventivas para o desperdício do gesso

Fator contribuinte	Descrição	Barreira preventiva
Técnicas construtivas inadequadas	Alvenaria feita com má qualidade, implica em maior	Treinamento da mão de obra Gestão da qualidade do serviço

[Digite aqui]

	quantidade de pasta de gesso necessária para nivelamento do revestimento devido à falta de prumo e esquadro nas paredes	de alvenaria Modernização/ajuste das técnicas construtivas
Falta de domínio das técnicas construtivas	Baixo uso de drywall na região Necessidade de atendimento a NBR 15575	Modernização das técnicas construtivas Incentivo a industrialização Mudança de cultura organizacional Atendimento a NBR 15575, sobre o desempenho de edificações habitacionais.
Procedimentos para execução dos serviços inadequados/desatualizados	Preparação de grandes quantidades de pasta de uma vez, podendo perder o ponto de pega antes da finalização do serviço gerando desperdício de material	Treinamento da mão de obra POP com instruções sobre a preparação da pasta de gesso Ordem de serviço com quantidades necessárias por pavimento
Falta de organização durante o serviço	Canteiro desorganizado e sujo, inviabilizando o reaproveitamento do material	Realizar limpeza da área e utilização de lona plástica antes do início do serviço, para coleta das sobras e posterior reaproveitamento Desenvolver check-list de inspeção para liberação de área para os gesseiros
Recorte inadequado de placas	Planejar durante o projeto o serviço, para que os recortes de placas sejam mínimos, evitando perdas na execução de serviços de forros de gesso	Treinamento da mão de obra POP com instruções sobre o recorte da placa de gesso Ordem de serviço com quantidades necessárias por pavimento

[Digite aqui]

		Reaproveitamento de trinchos oriundos dos recortes das placas
Mão de obra inadequada	Mão de obra despreparada e/ou sem treinamento gera maior desperdício	Seleção Treinamento da mão de obra sobre a execução de serviços, noções de qualidade, organização do canteiro, manipulação dos materiais
Estoque/acondicionamento inadequado dentro do canteiro	Para o gesso em pó, os sacos devem ser empilhados na horizontal sobre pallets e para placas, acondicionados na vertical, sem o contato com o solo Armazenar sobre a proteção do sol e intempéries	Elaboração de projeto de canteiro Fichas técnicas indicando sobre a disposição dos materiais Pallets para acondicionamento do material Treinamento de mão de obra
Falta de métodos de controle de materiais durante a execução da obra	A falta da ficha de controle, não permite o acompanhamento do volume usado	Adotar fichas de controle
Não utilização de programação de entrega junto ao fornecedor	O pó de gesso tem em média 3 meses de validade	Adotar programação de entrega
Entrega pelo fornecedor do material na obra	A falta de cuidado durante a manipulação, pode ocasionar danos a embalagem e perda do produto	Adotar a inspeção de recebimento de materiais Treinamento da mão de obra
Transferência inadequada de material entre obras da mesma empresa	A falta de cuidado durante a manipulação, pode ocasionar danos a embalagem e perda do produto	Criar POP para transferência de materiais Criar ordem de serviço Treinamento da mão de obra
Transporte inadequado	A falta de cuidado durante a	Uso de equipamento de

[Digite aqui]

dentro do canteiro	manipulação, pode ocasionar danos a embalagem e perda do produto	movimentação Treinamento da mão de obra
--------------------	--	--

Fonte: A autora (2018)

4.3.3 Barreiras de proteção

No caso do desperdício de gesso, as barreiras protetivas são mais voltadas para a reciclagem do resíduo.

- Treinamento/capacitação da mão de obra
- Investimento em tecnologia
- Ações de registro e monitoramento dos serviços para posterior análise (Registro dos serviços em Fichas de verificação; Análise das apropriações dos serviços executados (consumo de material e homem hora))
- Separação dos resíduos de gesso
- Acondicionamento correto dos resíduos
- Reciclagem dos resíduos
- Reaproveitamento de material
- Elaboração de projeto de canteiro
- Campanha de marketing evidenciando as práticas de reaproveitamento

4.3.4 Consequências

Todo evento indesejado, tem um conjunto de causas, que podem gerar um conjunto de consequências. Essas consequências são o efeito que risco traz para o ambiente ou para seus envolvidos. No caso desse estudo, as principais consequências são:

- Maior impacto ambiental
- Aumento de custo
- Aumento do tempo de produção
- Maior dispêndio de trabalho para mão de obra
- Interferência na qualidade final do trabalho
- Imagem da empresa executora dos serviços de gesso

Os impactos gerados, são principalmente ambientais, pois por se tratar de um material de baixo custo, mesmo o desperdício ficando em torno de 10 a 12% por edifício, o aumento

[Digite aqui]

final do custo é irrisório quando comparado a outros materiais. Porém os impactos ambientais gerados são altos, pois caso esse resíduo não seja descartado de forma correta, conforme definido pela resolução CONAMA 431/11 (CONAMA, 2011), podem gerar gases tóxicos, contaminação de lençóis freáticos, dentre outros.

4.3.5 Avaliação de risco

O evento foi avaliado pelo estabelecimento pela estimativa da possibilidade da consequência. Isto foi feito usando uma matriz de risco padrão. As consequências foram classificadas de 1 a 5, de acordo com seu respectivo impacto nos objetivos do projeto, utilizando a opinião do especialista (Tabela 7). As consequências foram atribuídas considerando os piores resultados possíveis. A escala de ocorrência do risco foi pontuada na escala de 1 a 5, quanto maior o número, maior a probabilidade de ocorrer o resultado adverso (Tabela 8).

O impacto foi calculado considerando o impacto ambiental, como o principal objetivo afetado, sendo considerado um score de risco moderado pelo especialista, pois pode gerar danos severos ao meio ambiente, podendo provocar impactos moderados aos meios físico, biótico ou antrópico. Ele exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe. A possibilidade de acidentes ambientais irreparáveis é remota. Quanto a ocorrência, o especialista julgou que o desperdício de gesso é provável de ocorrer nas obras da região, pois é um evento que ocorre na maioria das obras.

Os escores de risco foram calculados multiplicando o escore de impacto pelo escore de ocorrência, por meio de uma escala de $1 \times 1=1$ a $5 \times 5=25$. Como pode ser visto na matriz (Figura 16), o risco avaliado pode ser classificado em até quatro níveis: riscos muito baixo (baixo risco, parte verde da matriz), riscos toleráveis (riscos moderados e altos, partes amarelas e alaranjadas da matriz, respectivamente) e intoleráveis ou riscos inaceitáveis (riscos muito alto, parte vermelha da matriz). No problema em questão, foi obtido o score 15 (Escala de impacto moderada=3 x Escala de ocorrência quase certa=5), sendo um considerado um risco muito alto, que necessita de barreiras de proteção para minimização do impacto gerado ao ambiente, e que estas sejam implantadas o mais breve possível.

Tabela 7 - Escala de impacto

Classificação Objetivos	Muito baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito alto
	1	2	3	4	5
Custo	Nenhum impacto significativo	Aumento inferior 5%	Aumento de 6 a 10%	Aumento de 11 a 19%	Aumento superior a 20%
Tempo	Nenhum impacto significativo	Aumento inferior 5%	Aumento de 6 a 10%	Aumento de 11 a 19%	Aumento superior a 20%
Qualidade	Nenhum impacto significativo	Poucos componentes afetados	Impacto significativo, exigindo aprovação do cliente para continuidade	Qualidade inaceitável	Produto inutilizável
Ambiental	Nenhum dano ambiental	Efeitos mínimos sobre o meio ambiente	Efeitos moderados sobre o meio ambiente	Efeitos altos sobre o meio ambiente	Efeitos severos sobre o meio ambiente

Fonte: A autora (2018)

Tabela 8 - Escala de ocorrência de desperdício

	Raro	Improvável	Possível	Provável	Quase certo
Score	1	2	3	4	5
Score	Menor que 10% das obras	Entre 10-29% das obras	Entre 30-59% das obras	Entre 60-89% das obras	Maior que 90% das obras

Fonte: A autora (2018)

[Digite aqui]

Figura 16 - Matriz de risco

		Score de ocorrência				
		Raro	Improvável	Possível	Provável	Quase certo
Score de Impacto	Muito alto	5	10	15	20	25
	Alto	4	8	12	16	20
	Moderado	3	6	9	12	15
	Baixo	2	4	6	8	10
	Muito baixo	1	2	3	4	5
	1-3 Baixo risco					
	4-6 Risco moderado					
	8-12 Risco alto					
	15-25 Risco muito alto					

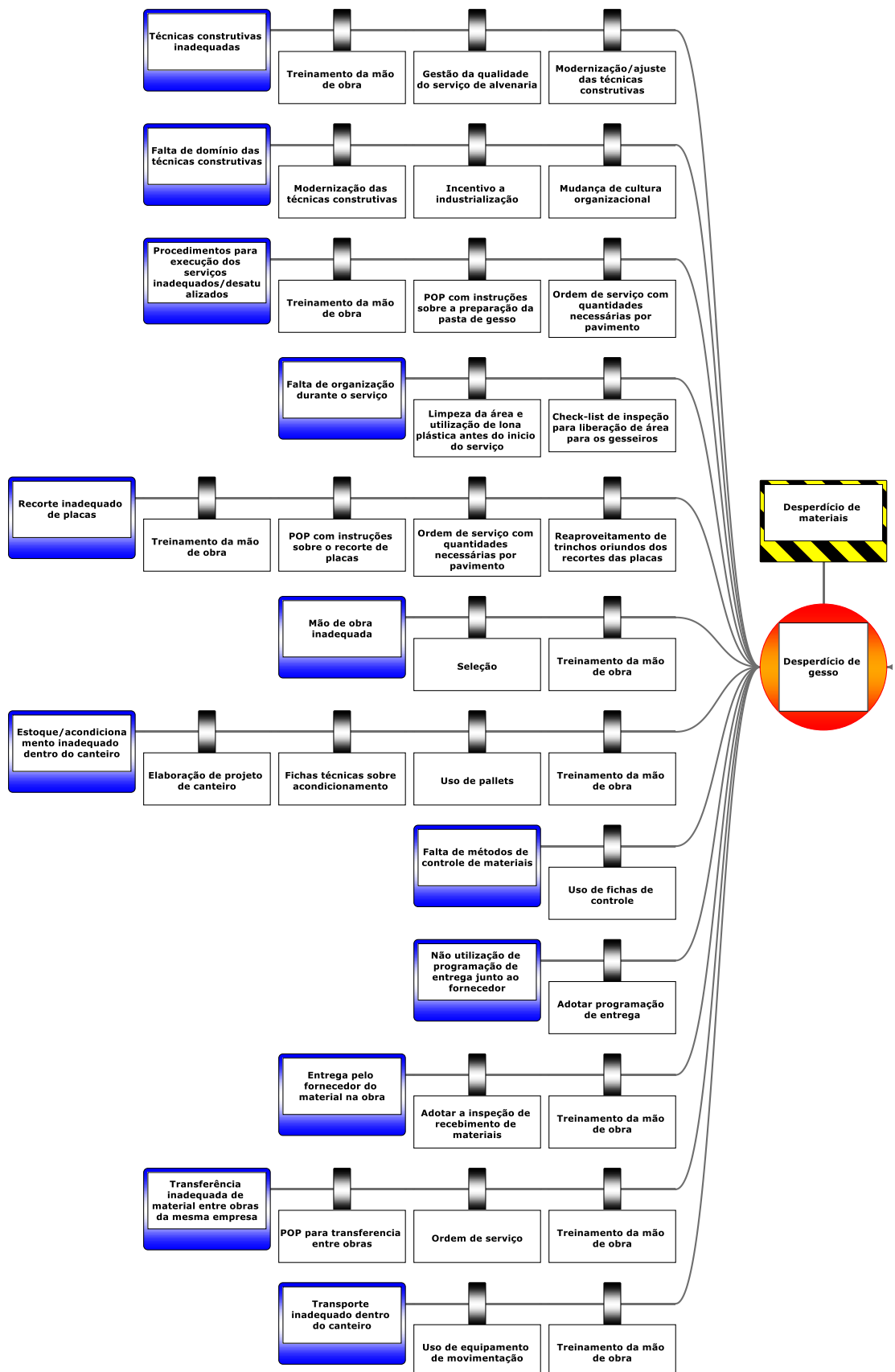
Fonte: Adaptado de (ABDI et al., 2016).

4.3.6 Diagrama Bow-tie para desperdício de gesso

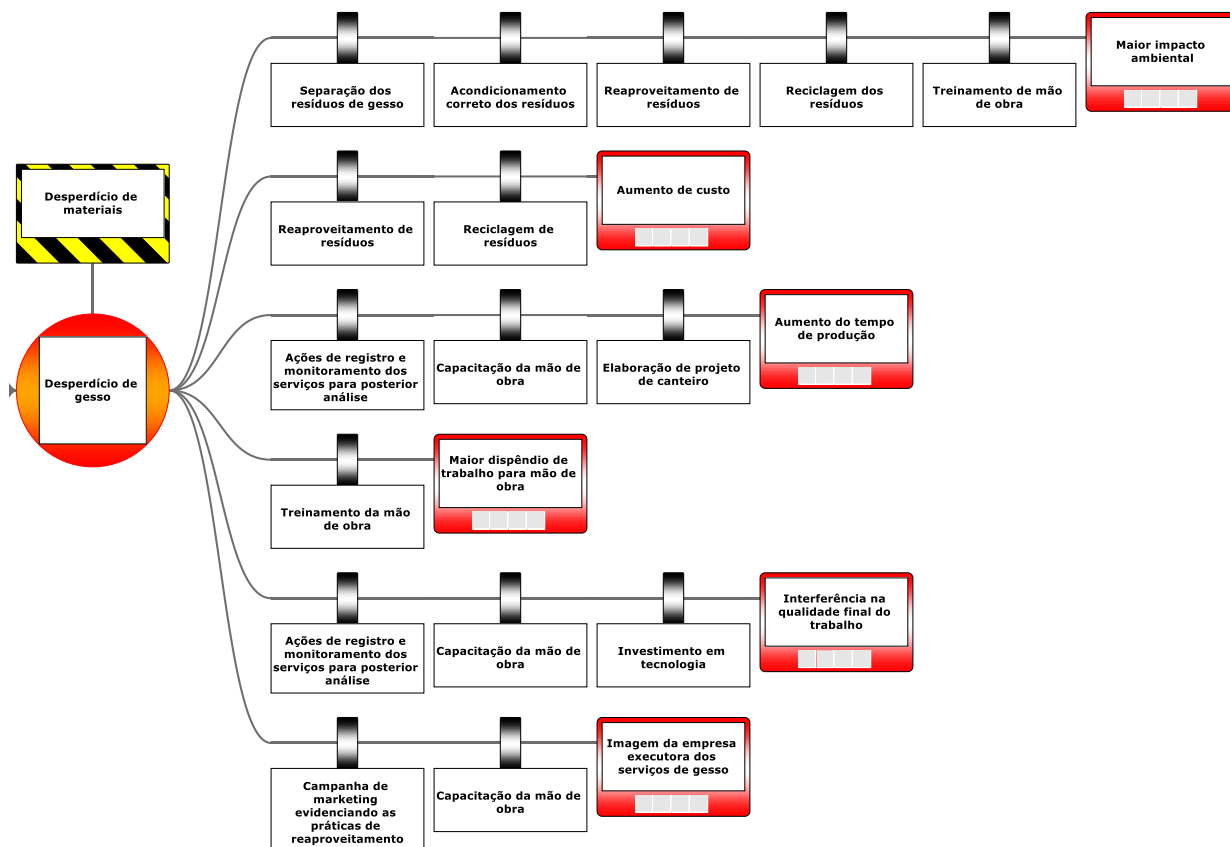
Com todas as etapas concluídas, o diagrama foi construído com auxílio do software BowtieXP 9.2.6. No diagrama abaixo, no lado direito, pode-se verificar as principais causas e as barreiras de prevenção para evitar o risco. No lado esquerdo, é possível verificar as possíveis consequências e as barreiras de proteção, caso o risco ocorra.

[Digite aqui]

Figura 17 - Diagrama Bow-tie para desperdício de gesso



[Digite aqui]



Fonte: A autora (2018)

4.3.1 Considerações sobre o cenário 2

O cenário 2 apresentou uma visão geral, de um fornecedor em serviços com gesso, sobre o desperdício de gesso, em construção em obras verticais na RMR.

As principais causas para o desperdício estão voltadas a fatores ligados a técnica construtiva, gerenciamento da mão de obra e administração de materiais. Essas causas podem gerar principalmente um maior impacto ambiental.

Para minimização do risco ou dos impactos gerados, barreiras de prevenção e de proteção foram sugeridas, ressaltando nesse caso, a importância do descarte correto desse material, além do reuso e reciclagem.

4.4 CENÁRIO 3

Diferente dos casos anteriores, existem casos de sucesso de práticas sustentáveis na região metropolitana de Recife. Como estudo de caso, foi realizado o levantamento de dados

[Digite aqui]

sobre um empreendimento comercial na cidade de Camaragibe-PE, onde foram utilizadas técnicas sustentáveis desde o início da obra.

4.4.1 Evento principal

Os riscos são eventos adversos que afetam os objetivos do projeto, podendo ser de forma negativa, como ameaças, ou de forma positiva, como oportunidades. Nesse caso, o risco foi abordado em forma de melhoria, ou seja, como oportunidade. O evento principal foi denominado: Planejamento. O planejamento foi denominado como uma atividade fundamental, pois a partir dela é feito todo o levantamento sobre as demandas necessárias ao projeto.

4.4.2 Fatores contribuintes e barreiras preventivas

De acordo com o especialista, 3 fatores são fundamentais para garantia da eficiência de um projeto sustentável: o atendimento da demanda das normas técnicas, uma concepção de um projeto de canteiro de obras racional e escolha de sistemas construtivos industrializados.

Alguns pontos foram pensados e implementados durante o planejamento da obra, são eles:

- Atendimento das normas técnicas – melhorias do ambiente de trabalho e na segurança para os trabalhadores, o que traz maior produtividade. As principais normas técnicas (NR) voltadas para a construção civil são:
 - NR 5 – formação de CIPA
 - NR 6 – EPI
 - NR 8 – Padrões de edificação
 - NR 12 – Uso de maquinário
 - NR18 – Medidas de segurança
 - NR 35 – Segurança nas alturas
 - NBR 15575 - Desempenho de edificações habitacionais
- Concepção de projeto racional – Melhoramento da gestão, tornando o canteiro autossustentável. Alguns dos pontos trabalhados foram:
 - Uso da plataforma BIM
 - Plano de Gestão de resíduos
 - Projeto de eficiência energética
 - Projeto de saneamento próprio
 - Plano de gerenciamento de stakeholders

[Digite aqui]

- Plano de gerenciamento de áreas de entorno
- Plano de gestão ambiental urbana
- Gestão da qualidade dos processos
- Treinamento da mão de obra
- Escolha de técnicas construtivas – mudança dos sistemas construtivos tradicionais. Para que houvesse a racionalização das operações, foi tratada a concepção da ideia de desperdício zero, para isso, o principal ponto de mudança seria a escolha da técnica construtiva:
 - Industrialização – uso de steel frame
 - Treinamento da mão de obra
 - Instalação de usina de concretagem
 - Instalação de usina de britagem de resíduos
- Planejamento da demolição e preparação da área de construção – foi realizado um estudo de viabilidade para a preparação da área do futuro empreendimento. Para isso, algumas técnicas foram implantadas:
 - Estudo do solo
 - Planejamento da demolição
 - Reaproveitamento dos resíduos gerados na demolição
 - Tombamento de área de reserva ambiental

Essas foram as principais causas e barreiras preventivas que para o especialista apoiaram a atividade de planejamento do empreendimento.

4.4.3 Barreiras de proteção

Após o planejamento inicial, algumas ações auxiliam na melhoria dos resultados obtidos com essa atividade. São elas:

- Desenvolvimento do Programa Obra Limpa – Plano de Controle de Impactos em Canteiro de Obras que estabelece 88 estratégias de sustentabilidade, divididas em 9 categorias distintas (Controle da Poluição Durante as Atividades de Construção, Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, Uso Racional da Água Potável, Humanização do Canteiro de Obras, Eficiência Energética, Qualidade do Ambiente Interno para Funcionários e Futuros Ocupantes da Edificação, Gestão Responsável dos Recursos Florestais, Aquisição de Materiais de Menor Impacto Ambiental, Indicadores de Sustentabilidade da Obra).

[Digite aqui]

- Utilização da certificação LEED;
- Utilização de indicadores de desempenho nas diferentes áreas de gestão;
- Capacitação da mão de obra para a etapa de construção e para a etapa de operação e manutenção do empreendimento.

4.4.4 Consequências

Com isso, os seguintes resultados foram alcançados:

- Diminuição dos custos da obra em torno de 8%;
- Diminuição dos custos de operação em torno de 20%;
- Melhoria da qualidade das operações;
- Menor impacto ambiental;
- Menor tempo de execução – ganho em produtividade;
- Valorização da imagem da empresa.

Alguns dos índices de sustentabilidade do empreendimento, geraram números importantes. As ações realizadas nesse programa resultaram em uma economia de mais de 1 milhão de reais e aproximadamente 16000 toneladas de resíduos foram destinadas a reciclagem. O reaproveitamento do resíduo após britagem e reuso, gerados da demolição do antigo prédio, como agregado reciclado em processos construtivos, gerou uma diminuição de circulação de mais de 3000 caminhões durante a obra, gerando uma redução em torno de 27000L do consumo de combustíveis de origem fóssil e 88ton de emissão de CO₂. Ou seja, gerando um menor impacto ambiental.

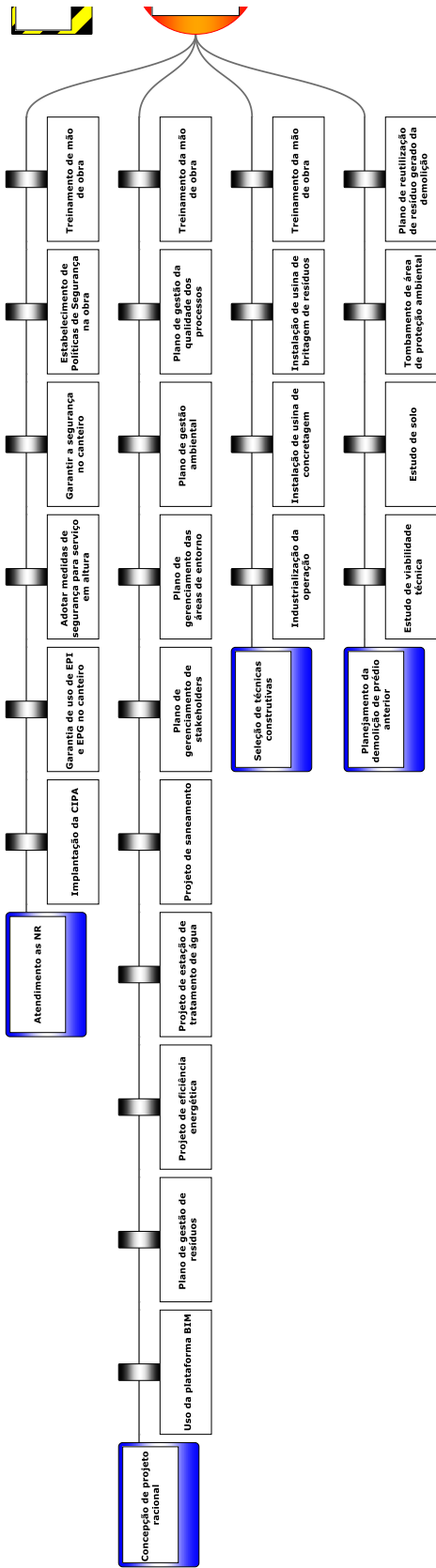
Os resultados obtidos, mostraram como um planejamento bem balizado e executado, traz ganhos em todos objetivos de projeto, garantindo uma construção racional e processos eficientes.

4.4.5 Diagrama Bow-tie para o evento Planejamento

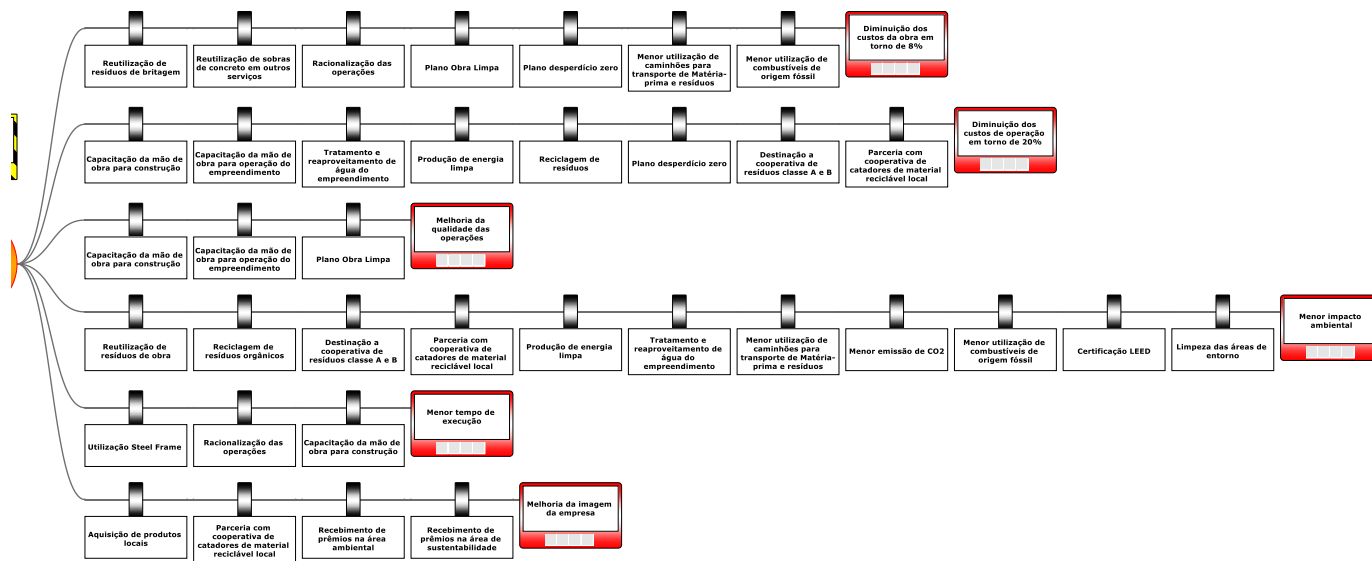
Após o levantamento dos dados, foi construído o diagrama *Bow-tie* para o evento planejamento, utilizando o software BowtieXP 9.2.6, como visto na figura abaixo. É importante salientar que no diagrama, foram alocados apenas os principais pontos tratados para a garantia da sustentabilidade no empreendimento estudado.

[Digite aqui]

Figura 18 - Diagrama Bow-tie para a atividade de planejamento



[Digite aqui]



Fonte: A autora (2018)

4.4.6 Considerações sobre o cenário 3

Diferente dos cenários anteriores, o cenário 3 trouxe a análise de risco do ponto de vista do risco como oportunidade, ou seja, de melhoria dos objetivos do projeto. O evento analisado foi a atividade de planejamento do projeto de um empreendimento comercial da RMR, que utilizou práticas sustentáveis durante a construção.

Para o especialista, os principais fatores que influenciam para um bom planejamento e garantia da aplicação de práticas sustentáveis é o atendimento das normas regulamentadoras, a concepção de um canteiro racional e a escolha da técnica construtiva. Esses fatores geraram a diminuição do custo total de produção e operação do empreendimento, além de um menor impacto ambiental. As barreiras de prevenção e de proteção foram voltadas a facilitar o planejamento e a obtenção dos resultados estimados.

Esse cenário demonstrou que quando bem planejadas e executadas, as práticas sustentáveis trazem bons resultados para a organização, para sociedade e para o ambiente.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos através das entrevistas, é possível observar alguns pontos: as principais causas e consequências dos eventos levantados e partir dessas, o estabelecimento das barreiras de prevenção e de proteção, respectivamente.

[Digite aqui]

As causas relacionadas a questões de desperdício de materiais (cenário 1 e 2), de modo geral, estão relacionadas a questões ligadas a escolha da técnica construtiva, falta de domínio da técnica construtiva, desorganização geral do canteiro, problemas relacionados a mão de obra, questões ligadas a administração de materiais como por exemplo o mal acondicionamento, problemas durante a movimentação, falta de controle para distribuição. Esses fatores, caso não controlados, geram aumento de custos, retrabalho, consequentemente maior dispêndio de energia da mão de obra e maior tempo de para execução do serviço, além de maiores impactos ao meio ambiente.

Van Thuyet, Ogunlana e Dey (2007) apontam que os riscos na construção civil muitas vezes causam excessos de prazo e custo, pois os projetos atuais estão consideravelmente mais expostos a riscos e incertezas por causa de fatores como complexidade no planejamento e no projeto, presença de várias partes interessadas (investidores, consultores, fornecedores, etc.), disponibilidade de recursos (materiais, equipamentos, fundos, etc.), ambiente climático, preocupações sociais, bem como fatores legais, econômicos e políticos.

Pode-se observar então, que questões gerenciais e operacionais afetam de forma direta os objetivos do projeto. Tomovska e Radivojevic (2017) afirmou que a arquitetura sustentável poderia ser alcançada por uma aplicação simples e ponderada de materiais locais e técnicas de construção. Para isso, algumas barreiras para a prevenção ao risco foram estabelecidas (Tabela 9), para evitar que o desperdício aconteça.

Tabela 9 - Comparativo entre barreiras de prevenção nos diferentes cenários

	Cenário 1	Cenário 2
Técnica construtiva	Mecanização e automação	Modernização/ajuste das técnicas construtivas
		Incentivo a industrialização
Gestão da Qualidade	Elaboração de procedimento operacional padrão (POP)	Elaboração de POP com instruções para o serviço
	Investimento em Programas de Qualidade	Gestão da qualidade de serviços
Administração de materiais	Utilizar técnicas de seleção/avaliação de fornecedores	Ordem de serviço com quantidades necessárias por pavimento
	Uso de pallets	Limpeza da área de trabalho antes do início do serviço
	Uso de métodos de controle de materiais	Desenvolver <i>checklist</i> de inspeção para liberação de área para os gesseiros

[Digite aqui]

	Programação de entregas junto ao fornecedor	Ordem de serviço com quantidades necessárias por pavimento
	Utilizar técnicas de inspeção de materiais no ato da entrega e estabelecer requisitos mínimos para aceite do material	Fichas técnicas indicando sobre a disposição dos materiais
	Políticas para armazenamento, controle e distribuição adequada de materiais	Pallets para acondicionamento do material
	Distribuição de materiais (quantidade) antes da execução do serviço conforme consumo estimado	Adotar fichas de controle
	Utilização de equipamentos de movimentação adequados	Adotar programação de entrega
		Adotar a inspeção de recebimento de materiais
		Criar POP para transferência de materiais
		Uso de equipamento de movimentação
Projeto de canteiro	Elaboração de projeto de canteiro	Elaboração de projeto de canteiro
Mão de obra	Treinamento de mão de obra	Treinamento de mão de obra
		Mudança de cultura organizacional

Fonte: A autora (2018)

As principais foram relacionadas ao planejamento das técnicas construtivas, utilização de processos industrializados, a fim de reduzir a quantidade de resíduos gerados e ganho de tempo de operação. Outra barreira importante, se refere a implantação de políticas voltadas a organização do canteiro de obras e gestão da qualidade. Um local limpo e organizado facilita a execução dos serviços, gerando maior produtividade.

Segundo Catunda Pinto et al. (2015) a indústria da construção civil gera resíduos na fase de produção de materiais e componentes, na atividade de canteiro, durante a manutenção, modernização e, finalmente, na demolição. Em cada parte, a quantidade de resíduos gerados depende da intensidade da atividade de construção, da tecnologia empregada e das taxas de desperdício e manutenção. Na prática, todas as atividades desenvolvidas no setor da construção civil têm potencial para gerar resíduos. Na produção, o grande volume de perdas de material é o principal responsável pela geração de resíduos de construção.

[Digite aqui]

Além disso, no tange aos materiais de construção, é importante que a empresa estabeleça procedimentos sobre recebimento, armazenamento (obedecendo à especificidade de cada tipo de material), movimentação e controle, assim todos os envolvidos com a operação, terão conhecimentos de como proceder em cada caso, evitando a perda por mal acondicionamento, por erros durante o transporte ou manipulação. Arroyo et al. (2016) apresentou uma metodologia para auxiliar decisores sobre questões envolvendo a administração de materiais, demonstrando a necessidade de organização no setor.

Pode-se observar também dentre as causas do desperdício de matérias, como também nas causas de desperdício de gesso, que a grande maioria envolve de forma direta ou indireta, questões relacionadas a despreparo da mão de obra. A construção civil ainda apresenta, no estado de Pernambuco, aspectos de uma manufatura artesanal, onde o papel do trabalhador é decisivo para a qualidade do produto final e tem uma relação direta com a sustentabilidade no setor. O nível de escolaridade e qualificação do trabalhador refletem certos aspectos fundamentais para uma construção mais sustentável, como o uso racional dos insumos e geração de resíduos (PRIORI JR., 2008; PRIORI JR.; REGO SILVA, 2011).

Muitas construtoras, empresas terceirizadas e empreiteiras não investem em treinamento da mão de obra para capacitar seus colaboradores em todos os processos necessários, principalmente quando há uma alta rotatividade de mão de obra, como também sobre gestão de resíduos de construção e demolição (BAÇAÇA et al., 2018; MBANASO et al., 2019). De modo geral, estes profissionais são carentes de uma formação adequada durante a execução da obra, tem pouco ou nenhum conhecimento sobre as características físico-químicas e econômicas de cada material como madeira, bloco cerâmico, bloco de alvenaria, ferro e gesso, acarretando também na não separação correta dos mesmos, diminuindo as chances de reaproveitamento e reciclagem. Portanto, investimento em capacitação são fundamentais para a mudança de comportamento geral e investimentos em mudança de cultura organizacional (EMERY et al., 2007; HAMILTON-MACLAREN; LOVEDAY; MOURSHED, 2013; KARAKHAN; GAMBATESE, 2017; KIM; YU, 2014).

Também foram estabelecidas barreiras caso o desperdício ocorra, a fim de neutraliza-lo ou minimiza-lo. As principais foram voltadas ao investimento em tecnologia e ações de monitoramento das operações. O uso de indicadores de desempenho permite verificar como o processo está se comportando, conseguindo identificar seus pontos falhos.

Além disso, também foram sugeridas práticas de gestão de resíduos, com posterior reaproveitamento na obra ou reciclagem, ou no mínimo a destinação correta do resíduo.

[Digite aqui]

Assim, a área de gerenciamento de resíduos é fundamental para a garantia da sustentabilidade de uma obra (BOURDOT et al., 2016; DEL REY et al., 2016).

Já no cenário 3, foi visto um exemplo da importância do planejamento para o projeto sustentável, onde a garantia do atendimento as normas técnicas, a concepção de um projeto de canteiro racional e a escolha correta do sistema construtivo foram a base para garantia da diminuição dos custos, dos impactos ambientais gerados e maior qualidade das operações. Ou seja, a busca pelo gerenciamento de todas as áreas ligadas a sustentabilidade como: resíduos, qualidade, energia, recursos hídricos, proteção ambiental, áreas de entorno, e do bem-estar dos envolvidos no processo, se mostraram fundamentais para a garantia dos resultados esperados, sendo possível a redução do custo da obra em torno de 8% e menor impacto ambiental causado, principalmente pela gestão de resíduos, que resultou em menos de 10% de resíduos destinados a aterros sanitário. A utilização da plataforma BIM para isso, também foi tida como fundamental durante todo o processo.

A utilização da plataforma BIM é vantajosa pois a coordenação entre os projetistas e empreiteiros participantes é aperfeiçoada e os erros de omissão são significativamente reduzidos. Isso torna mais rápido o processo de construção, reduz os custos, minimiza a probabilidade de ocorrência de erros de projeto e proporciona um processo mais eficiente para toda a equipe do empreendimento (ALWAN; JONES; HOLGATE, 2017).

Algumas das práticas sustentáveis adotadas no empreendimento foram:

- Políticas de gerenciamento de resíduos
- Reutilização de resíduos de demolição
- Reciclagem de resíduos orgânicos e de classe A e B
- Estação de tratamento de água
- Estação de saneamento
- Geração de energia de fontes renováveis
- Instalação de usina de concretagem
- Menor utilização de veículos para movimentação de materiais, com um menor consumo de combustíveis de origem fóssil.

Essas práticas, além de diminuir os impactos ambientais gerados, também auxiliaram na diminuição de custos. Vários autores discutiram a importância dessas práticas no sistema construtivo. Del Rey et al (2016), Bourdot et al. (2016), Barritt (2016) apresentaram as vantagens de incorporar agregados reciclados em diferente mix de concreto. Já Hasik et al.

[Digite aqui]

(2017) mostrou meios de economia de energia em obras. Ding, Wang e Zou (2016) discutiram sobre a importância da gestão de resíduos. Vale salientar que as barreiras e práticas de sustentabilidade mudam de acordo com o país e cultura local e organizacional, sendo então as apresentadas nessa pesquisa resultado do estudo de campo realizado dentro dos cenários específicos listados aqui.

Diante disso, podemos estabelecer que as principais barreiras para a implementação da sustentabilidade na construção civil são:

- Falta de planejamento do projeto do canteiro sustentável;
- Falta de atendimento as normas técnicas pré-estabelecidas;
- Escolha de técnicas construtivas inadequadas;
- Pouca industrialização nos sistemas construtivos;
- Falta de conhecimento técnicos da mão de obra sobre as operações e serviços;
- Falta de padronização e utilização de procedimentos específicos nas operações e serviços;
- Falta de incentivos e normatização voltadas a gestão de resíduos;
- Falta de administração de materiais de forma mais completa (controle, armazenagem e movimentação).

Sendo assim, as barreiras de prevenção e proteção apresentadas nos diferentes cenários, são meios para auxiliar a implantação da sustentabilidade na construção civil.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

No capítulo foram apresentados 3 cenários distintos sobre eventos envolvendo práticas sustentáveis na construção civil em obras da RMR.

Para o levantamento das barreiras a sustentabilidade na construção civil, foi utilizada a ferramenta *Bow-tie*. Os dados foram obtidos através de entrevista com especialistas da área de construção civil sustentável. Neles foram obtidos as principais causas, consequências e barreiras de prevenção e barreiras de proteção para os eventos: desperdício de materiais, desperdício do gesso e planejamento.

Por fim, foram apresentadas as análises dos resultados encontrados, onde foram demonstradas as principais barreiras levantadas e como elas influenciam na implantação a sustentabilidade.

[Digite aqui]

Esse levantamento é fundamental para que todos os envolvidos no processo possam entender como implantar práticas sustentáveis na construção civil.

[Digite aqui]

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Nesse capítulo foi apresentado a conclusão geral da pesquisa, bem como suas limitações. Em seguida foram apresentadas ideias para trabalhos futuros, já que a revisão sistemática da literatura serve como um grande banco de dados sobre a relação entre a sustentabilidade e a construção civil.

5.1 CONCLUSÕES

A indústria da construção civil, apesar da sua importância econômica e no desenvolvimento territorial, produz grandes impactos negativos no ambiente, como consumo de energia, geração de gases do efeito estufa, consumo de recursos naturais e geração de resíduos. Com isso, existe uma grande preocupação em formas de minimizar esses impactos. Com isso, em busca de amenizar esses impactos, práticas sustentáveis vêm sendo buscadas em projetos de construção civil, para que ocorra um equilíbrio entre as dimensões ambientais, social e econômica, ao longo de todo o ciclo de vida desse projeto.

Para entender como o tema sustentabilidade vem sendo relacionado a construção civil na ciência, foi realizada uma pesquisa exploratória. Onde inicialmente foi realizada uma revisão sistemática da literatura. A revisão, serviu como base para um levantamento geral sobre a evolução, áreas e meios como a sustentabilidade vem sendo tratada por estudiosos nos últimos 18 anos. A base científica *Web of Science* foi utilizada para busca, a partir de um conjunto de palavras chaves. Em seguida foi aplicado um método de filtragem e realizada análises dos resultados.

A pesquisa resultou na análise de 433 artigos publicados, onde, em sua maioria, tratavam de temas ligados a área de materiais de construção e gerenciamento de projetos, sendo as etapas de execução e planejamento, as mais tratadas nos estudos. Quanto aos pilares da sustentabilidade, o pilar ambiental foi o mais citado nos trabalhos.

Após ter ciência de como o tema é explorado na literatura, foi estabelecido o *gap* de pesquisa, que é falta de estudos sobre as barreiras para a implementação da sustentabilidade na construção civil. Na busca por meios para alcançar esse objetivo, foi definida a ferramenta *Bow-tie* para esse fim, por ser de fácil aplicação e entendimento, onde descreve e analisa os caminhos de um risco, desde as suas causas até as suas consequências, sendo seu foco voltado as barreiras entre as causas e o risco e, o risco e as consequências. Outro fator importante, é

que não foram encontrados trabalhos que associem essa ferramenta ao gerenciamento da construção civil.

Para análise, foram realizadas entrevistas a especialistas com experiência em construção sustentável na região metropolitana de Recife, em 3 diferentes cenários:

- Com o evento principal voltado ao desperdício de materiais em obras verticais, de forma mais genérica;
- Com o evento principal voltado ao desperdício de gesso em obras verticais;
- Com o evento principal voltado a atividade de planejamento do projeto de um empreendimento comercial.

Com a análise dos resultados, foi constatado que as principais causas para o desperdício, estão relacionadas a questões ligadas a escolha da técnica construtiva, falta de domínio da técnica construtiva, desorganização geral do canteiro, problemas relacionados a mão de obra, questões ligadas a administração de materiais em armazenagem, movimentação e controle. Esses fatores, caso não controlados, geram aumento de custos, retrabalho, consequentemente maior dispêndio de energia da mão de obra e maior tempo de para execução do serviço, além de maiores impactos ao meio ambiente. Portanto, ações voltadas para industrialização do processo, treinamento da mão de obra e controle no uso, transporte e armazenagem dos materiais, diminuiriam os principais impactos que o desperdício de materiais pode causar.

O desperdício de materiais pode impactar de forma direta nos três pilares da sustentabilidade, os econômicos pois há o aumento de custos da obra, o social, pois ocorre retrabalho desnecessário a mão de obra, e ambiental, pelo impacto gerado pelo consumo do material e a geração de resíduos. Portanto, o controle dos riscos envolvendo o gerenciamento de materiais durante o planejamento de um projeto de construção sustentável, é fundamental para o sucesso desse projeto.

O cenário 3, pode evidenciar como o planejamento correto impacta na aplicação de práticas sustentáveis de maneira a gerar diminuição dos custos em torno de 8% na fase de construção e até 20% na fase de operação, dos impactos ambientais gerados e maior qualidade das operações, sendo a garantia do atendimento as normas técnicas, a concepção de um projeto de canteiro racional e a escolha correta do sistema construtivo, os principais fatores que contribuem para esses resultados. O empreendimento adotou as seguintes práticas sustentáveis:

- Políticas de gerenciamento de resíduos
- Reutilização de resíduos de demolição

[Digite aqui]

- Reciclagem de resíduos orgânicos e de classe A e B
- Estação de tratamento de água
- Estação de saneamento
- Geração de energia de fontes renováveis
- Instalação de usina de concretagem
- Menor utilização de veículos para movimentação de materiais, com um menor consumo de combustíveis de origem fóssil.

As ações realizadas nesse programa resultaram em uma economia de mais de 1 milhão de reais e aproximadamente 16000 toneladas de resíduos foram destinadas a reciclagem. O reaproveitamento do resíduo após britagem e reuso, gerados da demolição do antigo prédio, como agregado reciclado em processos construtivos, gerou uma diminuição de circulação de mais de 3000 caminhões durante a obra, gerando uma redução em torno de 27000L do consumo de combustíveis de origem fóssil e 88ton de emissão de CO₂. Ou seja, gerando um menor impacto ambiental.

Apesar da importância de tornar as práticas sustentáveis presentes na construção civil, ainda existem várias barreiras para a implantação dessas. O gerenciamento de riscos em um projeto de construção sustentável é fundamental para que eventos sob a forma de ameaças não interfiram de forma negativa nos objetivos do projeto. A ferramenta *Bow-tie*, atua de forma proativa, favorecendo o entendimento dos riscos envolvidos no projeto, já que ela explora desde as causas até as consequências desse risco, estabelecendo possíveis barreiras de proteção primárias e secundárias tanto para prevenção, para que esse risco não aconteça, quanto para a proteção, caso ele ocorra, como ele pode ser neutralizado ou minimizado.

Nesse sentido, levantar os fatores que interferem de forma direta como entraves a implantação da sustentabilidade na construção civil, auxilia para que medidas protetivas e corretivas sejam adotadas, com isso, aumentando a viabilidade de que práticas sustentáveis passem a ser mais utilizadas na indústria da construção.

Diante do estudo dos 3 cenários, podemos estabelecer que as principais barreiras para a implementação da sustentabilidade na construção civil são:

- Falta de planejamento do projeto do canteiro sustentável;
- Falta de atendimento as normas técnicas pré-estabelecidas;
- Escolha de técnicas construtivas inadequadas;
- Pouca industrialização nos sistemas construtivos;
- Falta de conhecimento técnicos da mão de obra sobre as operações e serviços;

[Digite aqui]

- Falta de padronização e utilização de procedimentos específicos nas operações e serviços;
- Falta de incentivos e normativas voltadas para a gestão de resíduos.

Sendo assim, as barreiras de prevenção e proteção apresentadas nos diferentes cenários, são meios para auxiliar a implantação da sustentabilidade na construção civil.

5.2 DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

As principais dificuldades enfrentadas durante a pesquisa foram:

- Com relação a revisão sistemática, foi pela quantidade de trabalhos a serem analisados, o que demandou um maior tempo para leitura e análise dos mesmos;
- Com relação ao levantamento das barreiras, foi relacionada a busca e ao acesso aos especialistas para a realização das entrevistas.

A pesquisa teve algumas limitações, a principal é que em função do cenário financeiro nacional, houve uma grande baixa no setor da construção civil, o que limitou a verificação em campo em observação direta e levantamentos quantitativos para a busca de dados para análise.

5.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A revisão sistemática da literatura serve como um banco de dados para várias pesquisas futuras. As observações deste estudo fornecem insights para explorar várias áreas. Estes resultados mostram algumas oportunidades para futuros estudos de pesquisa, como novos modelos de avaliação de sustentabilidade voltados para área de materiais e gerenciamento de projetos; exploração de critérios específicos para cada estágio de obra, principalmente a etapa de operação de manutenção, que tem sido pouco explorada; ou estudos dos impactos econômicos de aplicação de práticas de sustentabilidade em projetos de construção, além de estudos que explorem a vertente social, já que esta é menos difundida entre os pilares da sustentabilidade, dentre outros.

Outro estudo importante seria a criação de métodos de avaliação para medição em campo da perda de material originado do desperdício, em formas de erro de execução de serviços, erros de armazenagem e movimentação, e na geração de resíduos, além de métodos de reaproveitamento e reciclagens de materiais que geram alto impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ABDI, Zhaleh et al. Application of Bow-tie methodology to improve patient safety. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 425–440, 2016.

ABDUL-RAHMAN, Hamzah et al. Integrating and ranking sustainability criteria for housing. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 169, n. 1, p. 3–30, 2016. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.15.00008>>

ABDUL-RAHMAN, Hamzah; WANG, Chen; ENG, Khe Siong. Repertory grid technique in the development of Tacit-based Decision Support System (TDSS) for sustainable site layout planning. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 20, n. 7, p. 818–829, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.02.004>>

ABDULLA, Nwzad Abduljabar. Effect of Recycled Coarse Aggregate Type on Concrete. **Journal of Materials in Civil Engineering**, [s. l.], v. 27, n. 10, p. 04014273, 2015. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0001247>>

ABEYSUNDARA, UGY; BABEL, S. A Quest for Sustainable Materials for Building Elements in Sri Lanka: Foundations. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 482–489, 2010.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 31000: Gestão de riscos - Princípios e diretrizes**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://gestravp.files.wordpress.com/2013/06/iso31000-gestc3a3o-de-riscos.pdf>>

ABOSHIA, Ali Mohamed Ali et al. Enhancing mortar strengths by ternary geopolymer binder of metakaolin, slag, and palm ash. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 438–455, 2017. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJBPA-03-2017-0014>>

ACREMAN, M. et al. Environmental flows from dams: the water framework directive. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 162, n. 1, p. 13–22, 2009. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.2009.162.1.13>>

ADAMS, Carol A.; FROST, Geoffrey R. Integrating sustainability reporting into management practices. **Accounting Forum**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 288–302, 2008.

ADAMS, Katherine Tebbatt et al. Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management**, [s. l.], v. 170, n. 1, p. 15–24, 2017. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jwarm.16.00011>>

AFACAN, Yasemin. Resident satisfaction for sustainable urban regeneration. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer**, [s. l.], v. 168, n. 4, p. 220–234,

[Digite aqui]

2015. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/muen.14.00046>>

AFSHARI, H.; ISSA, M. H.; PENG, Q. Barriers to the design, construction, operation and maintenance of green building: A state-of-the-art review. **Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering**, [s. l.], v. 1, n. January, p. 478–487, 2013. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84938413359&partnerID=40&md5=f2e45e79e9e79ef7836166afb5a61cbe>>

AFSHARI, Hamid; ISSA, Mohamed H.; RADWAN, Ahmed. Using failure mode and effects analysis to evaluate barriers to the greening of existing buildings using the Leadership in Energy and Environmental Design rating system. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 127, p. 195–203, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.140>>

AHN, Yong Han et al. Drivers and barriers of sustainable design and construction: The perception of green building experience. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 35–45, 2013.

AHUJA, Aashish; MOSALAM, Khalid M.; ZOHDİ, Tarek I. Computational Modeling of Translucent Concrete Panels. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. B4014008, 2015. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000167>>

AIGBAVBOA, Clinton; OHIOMAH, Ifije; ZWANE, Thulisile. Sustainable Construction Practices: “a Lazy View” of Construction Professionals in the South Africa Construction Industry. **Energy Procedia**, [s. l.], v. 105, p. 3003–3010, 2017.

AKTAS, Bahacan; OZORHON, Beliz. Green Building Certification Process of Existing Buildings in Developing Countries: Cases from Turkey. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 6, p. 05015002, 2015. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000358>>

AL-JEBOURI, Muhannad F. A. et al. Framework of Environmental Rating System for Home Buildings in Oman. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 04017003, 2017. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000241>>

AL-NASSAR, Fawaz et al. Sustainability assessment framework for low rise commercial buildings: life cycle impact index-based approach. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 2579–2590, 2016.

AL IMRAN, MD.; NAKASHIMA, K.; KAWASAKI, S. Combination Technology of Geotextile Tube and Artificial Beachrock for Coastal Protection. **International Journal of GEOMATE**, [s. l.], v. 13, n. 39, p. 67–72, 2017. Disponível em: <<http://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/67-72-7144-Imran-Nov-2017.pdf>>

ALBA-RODRÍGUEZ, M^a Desirée et al. Building rehabilitation versus demolition and new construction: Economic and environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 66, n. July, p. 115–126, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2017.06.002>>

[Digite aqui]

ALBATICI, Rossano et al. A decision making tool for a comprehensive evaluation of building retrofitting actions at the regional scale. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 10, 2016.

ALENCAR, Luciana Hazin et al. The problem of disposing of plaster waste from building sites : Problem structuring based on value focus thinking methodology. **Waste Management**, [s. l.], v. 31, n. 12, p. 2512–2521, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.06.015>>

ALENCAR, Marcelo Hazin; PRIORI, Luiz; ALENCAR, Luciana Hazin. Structuring objectives based on value-focused thinking methodology: Creating alternatives for sustainability in the built environment. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 156, p. 62–73, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.221>>

ALHASHMI, Mohammad et al. Energy Efficiency and Global Warming Potential in the Residential Sector: Comparative Evaluation of Canada and Saudi Arabia. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 1–12, 2017.

ALNASER, N. W.; FLANAGAN, R. The need of sustainable buildings construction in the Kingdom of Bahrain. **Building and Environment**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 495–506, 2007.

ALONSO-SANTURDE, Rebeca et al. Valorization of Foundry Sand in Clay Bricks at Industrial Scale. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 217–230, 2010.

ALRASHED, Farajallah; ASIF, Muhammad; BUREK, Stas. The Role of Vernacular Construction Techniques and Materials for Developing Zero-Energy Homes in Various Desert Climates. **Buildings**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 17, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2075-5309/7/1/17>>

ALSANAD, Shaikha. Awareness, Drivers, Actions, and Barriers of Sustainable Construction in Kuwait. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 118, p. 969–983, 2015.

ALSHAMRANI, Othman Subhi. Life cycle assessment of low-rise office building with different structure–envelope configurations. **Canadian Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 193–200, 2016. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/cjce-2015-0431>>

ALSHAMRANI, Othman Subhi; GALAL, Khaled; ALKASS, Sabah. Integrated LCA-LEED sustainability assessment model for structure and envelope systems of school buildings. **Building and Environment**, [s. l.], v. 80, p. 61–70, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.021>>

ALTHERR, René; GAY, Jean Bernard. A low environmental impact anidolic facade. **Building and Environment**, [s. l.], v. 37, n. 12, p. 1409–1419, 2002.

ALTOMONTE, Sergio; SCHIAVON, Stefano. Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. **Building and Environment**, [s. l.], v. 68, p. 66–76, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.06.008>>

ALWAN, Zaid; GLEDSON, Barry J. Towards green building performance evaluation using

asset information modelling. **Built Environment Project and Asset Management**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 290–303, 2015. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/BEPAM-03-2014-0020>>

ALWAN, Zaid; JONES, Paul; HOLGATE, Peter. Strategic sustainable development in the UK construction industry, through the framework for strategic sustainable development, using Building Information Modelling. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 140, p. 349–358, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.085>>

ALYAMI, Saleh H.; REZGUI, Yacine; KWAN, Alan. The development of sustainable assessment method for Saudi Arabia built environment: weighting system. **Sustainability Science**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 167–178, 2015.

ANINTHANENI, P. K.; DHAKAL, R. P. Demountable Precast Concrete Frame – Building System for Seismic Regions: Conceptual Development. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 1–10, 2018.

ANNA-MARIA, Vissilia. Evaluation of a sustainable Greek vernacular settlement and its landscape: Architectural typology and building physics. **Building and Environment**, [s. l.], v. 44, n. 6, p. 1095–1106, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.05.026>>

AOUBA, Laila et al. Properties of fired clay bricks with incorporated biomasses: Cases of Olive Stone Flour and Wheat Straw residues. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 102, p. 7–13, 2016.

ARNOLD, Richard et al. Delivering London 2012: the Velodrome. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering**, [s. l.], n. November 2011, p. 51–58, 2011.

ARROYO, Paz; TOMMELEIN, Iris D.; BALLARD, Glenn. Selecting Globally Sustainable Materials: A Case Study Using Choosing by Advantages. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], v. 142, n. 2, p. 05015015, 2016. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001041>>

ARSLAN, Mehmet Emin; EMIROĞLU, Mehmet; YALAMA, Ahmet. Structural behavior of rammed earth walls under lateral cyclic loading: A comparative experimental study. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 133, p. 433–442, 2017. a.

ARSLAN, Mehmet Emin; EMIROĞLU, Mehmet; YALAMA, Ahmet. Structural behavior of rammed earth walls under lateral cyclic loading: A comparative experimental study. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 133, p. 433–442, 2017. b.

ARVIZU-PIÑA, Víctor Alberto; CUCHÍ BURGOS, Albert. Promoting sustainability in Mexico's building sector via environmental product declarations. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 22, n. 11, p. 1744–1759, 2017.

ASDRUBALI, F. et al. A comparison between environmental sustainability rating systems LEED and ITACA for residential buildings. **Building and Environment**, [s. l.], v. 86, p. 98–108, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.01.001>>

ASIF, Muhammad. Urban scale application of solar PV to improve sustainability in the building and the energy sectors of KSA. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 11, 2016.

ASLAM, Muhammad et al. Benefits of using blended waste coarse lightweight aggregates in structural lightweight aggregate concrete. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 119, p. 108–117, 2016.

ATTALLAH, Sherif Omar et al. Multicriteria Decision-Making Methodology for Credit Selection in Building Sustainability Rating Systems. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 04017004, 2017. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000244>>

AWADH, Omair. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 11, p. 25–29, 2017. a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jobee.2017.03.010>>

AWADH, Omair. Sustainability and green building rating systems: LEED, BREEAM, GSAS and Estidama critical analysis. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 11, n. March, p. 25–29, 2017. b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jobee.2017.03.010>>

AYDIN, Ertug. Novel coal bottom ash waste composites for sustainable construction. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 124, p. 582–588, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.142>>

BAEK, Cheonghoon et al. Life Cycle CO₂ assessment by block type changes of apartment housing. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 8, p. 1–14, 2016.

BAGLIVO, Cristina; CONGEDO, Paolo Maria; FAZIO, Andrea. Multi-criteria optimization analysis of external walls according to ITACA protocol for zero energy buildings in the mediterranean climate. **Building and Environment**, [s. l.], v. 82, p. 467–480, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.019>>

BAI, Libiao et al. Assessment of SIP buildings for sustainable development in rural China using AHP-grey correlation analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 14, n. 11, p. 1–12, 2017.

BALASBANEH, Ali Tighnavard; BIN MARSONO, Abdul Kadir. Strategies for reducing greenhouse gas emissions from residential sector by proposing new building structures in hot and humid climatic conditions. **Building and Environment**, [s. l.], v. 124, p. 357–368, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.08.025>>

BALL, Jonathan. Can ISO 14000 and eco-labelling turn the construction industry green? **Building and Environment**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 421–428, 2002.

BANIAS, Georgios et al. Assessing multiple criteria for the optimal location of a construction and demolition waste management facility. **Building and Environment**, [s. l.], v. 45, n. 10, p. 2317–2326, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.016>>

BARRITT, John. An overview on recycling and waste in construction. **Proceedings of the**

[Digite aqui]

Institution of Civil Engineers - Construction Materials, [s. l.], v. 169, n. 2, p. 49–53, 2016. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/coma.15.00006>>

BAŞAĞA, Hasan Basri et al. A study on the effectiveness of occupational health and safety trainings of construction workers in Turkey. **Safety Science**, [s. l.], v. 110, n. October 2017, p. 344–354, 2018.

BHOCHHIBHOYA, Silu et al. Comparative life cycle assessment and life cycle costing of lodging in the Himalaya. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], p. 1851–1863, 2017. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1212-8>>

BIALAS, Andrzej. Risk management in critical infrastructure-Foundation for its sustainable work. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 3, 2016.

BIN MARSONO, Abdul Kadir; BALASBANEH, Ali Tighnavard. Combinations of building construction material for residential building for the global warming mitigation for Malaysia. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 85, p. 100–108, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.083>>

BLANCK, Gaëtan; CUISINIER, Olivier; MASROURI, Farimah. Life cycle assessment of non-traditional treatments for the valorisation of dry soils in earthworks. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 21, n. 7, p. 1035–1048, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-016-1076-y>>

BLENGINI, Gian Andrea; DI CARLO, Tiziana. Energy-saving policies and low-energy residential buildings: An LCA case study to support decision makers in piedmont (Italy). **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 15, n. 7, p. 652–665, 2010.

BOMBERG, Mark; FURTAK, Marcin; YARBROUGH, David. Buildings with environmental quality management: Part 1: Designing multifunctional construction materials. **Journal of Building Physics**, [s. l.], v. 41, n. 3, p. 193–208, 2017.

BOUASKER, Marwen et al. Physical Characterization of Natural Straw Fibers as Aggregates for Construction Materials Applications. **Materials**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 3034–3048, 2014. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1996-1944/7/4/3034/>>

BOURDOT, Alexandra et al. Hygrothermal properties of blocks based on eco-aggregates: Experimental and numerical study. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 125, p. 279–289, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.043>>

BREJNROD, Kathrine Nykjær et al. The absolute environmental performance of buildings. **Building and Environment**, [s. l.], v. 119, p. 87–98, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.04.003>>

BROWN, M. T.; BURANAKARN, Vorasun. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 1–22, 2003.

BUI, Quoc-Bao; MOREL, Jean-Claude. First Exploratory Study on the Ageing of Rammed Earth Material. **Materials**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1–15, 2015. Disponível em:

[Digite aqui]

<<http://www.mdpi.com/1996-1944/8/1/1/>>

CABEZA, Luisa F. et al. Affordable construction towards sustainable buildings: Review on embodied energy in building materials. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 229–236, 2013.

CAMARA, Tamba et al. Experience feedback for risk assessment in aeronautic buildings. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 137, p. 1237–1245, 2016.

CANIATO, Marco et al. Impact sound of timber floors in sustainable buildings. **Building and Environment**, [s. l.], v. 120, p. 110–122, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.015>>

CAO, Xinying et al. A comparative study of environmental performance between prefabricated and traditional residential buildings in China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 109, p. 131–143, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.120>>

CARABAÑO, Rocío et al. Life Cycle Assessment (LCA) of building materials for the evaluation of building sustainability: the case of thermal insulation materials. **Revista de la construcción**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 22–33, 2017. Disponível em: <<http://rdlc.alerta.cl/index.php/rdlc/article/view/487>>

CARDWELL, Geoff. The application of the Four Essentials Bow Tie Diagram to enhance business success. **Total Quality Management and Business Excellence**, [s. l.], v. 19, n. 1–2, p. 37–45, 2008.

CARLISLE, Stephanie; FRIEDLANDER, Elizabeth. The influence of durability and recycling on life cycle impacts of window frame assemblies. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 21, n. 11, p. 1645–1657, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-016-1093-x>>

CARLUCCI, S. et al. Review of adaptive thermal comfort models in built environmental regulatory documents. **Building and Environment**, [s. l.], v. 137, n. February, p. 73–89, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.03.053>>

CARREIRAS, Ana Isabel. Os Materiais e a Sustentabilidade. **Arquitectura Lusíada**, [s. l.], v. 7, n. I, p. 35–44, 2015.

CASTALDO, Veronica et al. The Experience of International Sustainability Protocols for Retrofitting Historical Buildings in Italy. **Buildings**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 52, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2075-5309/7/2/52>>

CASTRO, Maria de Fátima; MATEUS, Ricardo; BRAGANÇA, Luís. Healthcare Building Sustainability Assessment tool - Sustainable Effective Design criteria in the Portuguese context. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 67, n. September, p. 49–60, 2017. a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2017.08.005>>

CASTRO, Maria de Fátima; MATEUS, Ricardo; BRAGANÇA, Luís. Healthcare Building Sustainability Assessment tool - Sustainable Effective Design criteria in the Portuguese

context. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 67, n. August, p. 49–60, 2017. b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2017.08.005>>

CATUNDA PINTO, Carlos Henrique; SANTOS, Alcimar Laurentino Dos; CATUNDA, Ana Clea Marinho Miranda. Percepção Da Legislação Ambiental, Gestão E Destinação Final Dos Rcd – Resíduos Da Construção E Demolição: Um Estudo De Caso Em Parnamirim/Rn/Brasil. **Holos**, [s. l.], v. 2, p. 33, 2015. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1528>>

CERVO, A. L. **Metodologia científica**. 6 ed. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

CHABANNES, Morgan; NOZAHIC, Vincent; AMZIANE, Sofiane. Design and multi-physical properties of a new insulating concrete using sunflower stem aggregates and eco-friendly binders. **Materials and Structures/Materiaux et Constructions**, [s. l.], v. 48, n. 6, p. 1815–1829, 2015.

CHANG, Kuei Feng; CHOU, Po Cheng. Measuring the influence of the greening design of the building environment on the urban real estate market in Taiwan. **Building and Environment**, [s. l.], v. 45, n. 10, p. 2057–2067, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.02.013>>

CHANG, Rui Dong et al. Facilitating the transition to sustainable construction: China's policies. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 131, p. 534–544, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.147>>

CHEN, Chien-Jung; JUAN, Yi-Kai; HSU, Yin-Hao. Developing a systematic approach to evaluate and predict building service life. **Journal of Civil Engineering and Management**, [s. l.], v. 23, n. 7, p. 890–901, 2017. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3846/13923730.2017.1341956>>

CHEN, G. M. et al. Compressive behavior of steel fiber reinforced recycled aggregate concrete after exposure to elevated temperatures. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 71, p. 1–15, 2014.

CHEN, Haiyan; GANESAN, S.; JIA, Beisi. Environmental challenges of post-reform housing development in Beijing. **Habitat International**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 571–589, 2005.

CHEN, Po Han; NGUYEN, Thanh Chuong. Integrating web map service and building information modeling for location and transportation analysis in green building certification process. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 77, p. 52–66, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.01.014>>

CHEN, Ying; OKUDAN, Gül E.; RILEY, David R. Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 235–244, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2009.10.004>>

CHEW, Michael Y. L.; CONEJOS, Sheila; LAW, Jessie Sze Long. Green maintainability design criteria for nanostructured titanium dioxide (TiO₂) façade coatings. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 139–158, 2017. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJBPA-01-2017-0001>>

CHIANG, Yat Hung et al. The nexus among employment opportunities, life-cycle costs, and carbon emissions: A case study of sustainable building maintenance in Hong Kong. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 109, p. 326–335, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.069>>

CHIANG, Yat Hung et al. Evaluating Sustainable Building-Maintenance Projects : Balancing Economic , Social , and Environmental Impacts in the Case of Hong Kong. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], n. September 2007, 2016.

CHO, K.; YOON, Y. Decision Support Model for Determining Cost-Effective Renovation Time. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 4015051, 2016. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000418](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000418)>

CHOI, Se Woon et al. Sustainable design model to reduce environmental impact of building construction with composite structures. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 137, p. 823–832, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.174>>

CHOKOR, Abbas et al. Dual Assessment Framework to Evaluate LEED-Certified Facilities' Occupant Satisfaction and Energy Performance : Macro and Micro Approaches. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 22, n. December, 2016.

CHOMKHAMRSI, Kirana; MUNGCHAROEN, Thumrongrut; YUVANIYAMA, Chantana. 10-year experience with the Thai national LCI database: case study of “refinery products”. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 22, n. 11, p. 1771–1772, 2017.

CHONG, Dan; WANG, Yuhong. Impacts of flexible pavement design and management decisions on life cycle energy consumption and carbon footprint. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 952–971, 2017.

CHONG, H. Y. et al. Cost implications for certified Green Building Index buildings. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management**, [s. l.], v. 170, n. 1, p. 29–40, 2017. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85018636284&doi=10.1680%2Fjwarm.16.00019&partnerID=40&md5=0291e4e70901cbbe2ebfa903d34f7cee>>

CHONG, Heap-Yih; WANG, Xiangyu. The outlook of building information modeling for sustainable development. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 1877–1887, 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10098-016-1170-7>>

CHONG, Wai K.; HERMRECK, Christopher. Understanding transportation energy and technical metabolism of construction waste recycling. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 54, n. 9, p. 579–590, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.015>>

CHUNG, Shan Shan; LO, Carlos W. H. Evaluating sustainability in waste management: The case of construction and demolition, chemical and clinical wastes in Hong Kong. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 37, n. 2, p. 119–145, 2003.

CLARKE, B. Briefing: Carbon critical design. **Proceedings of the Institution of Civil**

[Digite aqui]

Engineers - Engineering Sustainability, [s. l.], v. 163, n. June ES2, p. 77–87, 2010. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/content/article/10.1680/ensu.2010.163.2.57>>

COELHO, André. Preliminary study for self-sufficiency of construction materials in a Portuguese region - Évora. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 112, p. 771–786, 2016.

COHEN, Chen; PEARLMUTTER, David; SCHWARTZ, Moshe. A game theory-based assessment of the implementation of green building in Israel. **Building and Environment**, [s. l.], v. 125, p. 122–128, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.08.027>>

COIMBRA, José; ALMEIDA, Manuela. Challenges and benefits of building sustainable cooperative housing. **Building and Environment**, [s. l.], v. 62, p. 9–17, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.01.003>>

COLLET, Florence et al. Study of thermal behaviour of clay wall facing south. **Building and Environment**, [s. l.], v. 41, n. 3, p. 307–315, 2006.

CONAMA. **Resolução Conama nº 307, de 05 de julho de 2002**. 2002. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 1 nov. 2018.

CONAMA. **RESOLUÇÃO Nº 431, DE 24 DE MAIO DE 2011**. 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 1 nov. 2018.

COOK, M. et al. Receptivity to the production of product service systems in the UK construction and manufacturing sectors: A comparative analysis. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 32, p. 61–70, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.018>>

CORINALDESI, Valeria; MORICONI, Giacomo. Influence of mineral additions on the performance of 100% recycled aggregate concrete. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 23, n. 8, p. 2869–2876, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.02.004>>

CORNARO, Cristina et al. Energy performance analysis of STILE house at the Solar Decathlon 2015: Lessons learned. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 13, n. April, p. 11–27, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.job.2017.06.015>>

CORRADI, Marco et al. Uncertainty analysis of FRP reinforced timber beams. **Composites Part B: Engineering**, [s. l.], v. 113, p. 174–184, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.01.030>>

CRABTREE, Louise; HES, Dominique. Sustainability uptake on housing in metropolitan Australia: An institutional problem, not a technological one. **Housing Studies**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 203–224, 2009.

CROMWIJK, Jan et al. An Introduction to a Novel and Rapid nZEB Skill-Mapping and Qualification Framework Methodology. **Buildings**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 107, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2075-5309/7/4/107>>

CUADRADO, Jesús; et al. Sustainability assessment methodology for industrial buildings : three case studies. **Civil Engineering and Environmental Systems**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 106–124, 2016.

CUADRADO, Jesús et al. Methodology to assess the environmental sustainability of timber structures. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 86, p. 149–158, 2015.

CUDDIHY, John; KENNEDY, Christopher; BYER, Philip. Energy use in Canada: environmental impacts and opportunities in relationship to infrastructure systems. **Canadian Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 1–15, 2005. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/104-100>>

D’ALESSANDRO, F. et al. Straw bale constructions: Laboratory, in field and numerical assessment of energy and environmental performance. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 11, n. March, p. 56–68, 2017.

DA ROCHA, Cecilia Gravina; SATTLER, Miguel Aloysio. A discussion on the reuse of building components in Brazil: An analysis of major social, economical and legal factors. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 104–112, 2009.

DABIRIAN, Shahin; KHANZADI, Mostafa; TAHERIATTAR, Reza. Qualitative Modeling of Sustainability Performance in Construction Projects Considering Productivity Approach. **International Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 15, n. 8, p. 1143–1158, 2017.

DAIGLE, Bryce; HALL, Kevin; MACDOUGALL, Colin. Earthbag housing: structural behaviour and applicability in Sri Lanka. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 164, n. 4, p. 261–273, 2011. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.2011.164.4.261>>

DAKWALE, Vaidehi A.; RALEGAONKAR, Rahul V. Development of thermally insulated sustainable building model. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 169, n. 4, p. 138–149, 2016. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.14.00041>>

DARKO, Amos et al. Driving forces for green building technologies adoption in the construction industry: Ghanaian perspective. **Building and Environment**, [s. l.], v. 125, p. 206–215, 2017. a.

DARKO, Amos et al. Drivers for implementing green building technologies: An international survey of experts. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 145, p. 386–394, 2017. b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.043>>

DARWISH, Mohamed. Design of Funicular Arched Wooden Falsework. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 04017026, 2017. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29SC.1943-5576.0000346>>

DASGUPTA, Shovini; TAM, Edwin K. .. Indicators and framework for assessing sustainable infrastructure. **Canadian Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 30–44, 2005. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/104-101>>

DE SCHEPPER, Mieke et al. Life Cycle Assessment of Completely Recyclable Concrete. **Materials**, [s. l.], v. 7, n. 8, p. 6010–6027, 2014. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1996-1944/7/8/6010/>>

DE WOLF, Catherine et al. Material quantities and embodied carbon dioxide in structures. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 169, n. 4, p. 150–161, 2016. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.15.00033>>

DEL REY, Isaac et al. Feasibility of using unbound mixed recycled aggregates from CDW over expansive clay subgrade in unpaved rural roads. **Materials**, [s. l.], v. 9, n. 11, 2016.

DEL RÍO MERINO, Mercedes et al. Viability of using olive stones as lightweight aggregate in construction mortars. **Revista de la construcción**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 431–438, 2017. Disponível em: <<http://revistadelaconstruccion.uc.cl/index.php/rdlc/article/view/1040>>

DETTENBORN, Taavi; FORSMAN, Juha; KORKIALA-TANTTU, Leena. Crushed concrete in road structures – two decades of experience. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials**, [s. l.], v. 170, n. 6, p. 273–280, 2017. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jcoma.15.00005>>

DÍAZ-GARCÍA, Almudena; MARTÍNEZ-GARCÍA, Carmen; COTES-PALOMINO, Teresa. Properties of residue from olive oil extraction as a raw material for sustainable construction materials. Part I: Physical properties. **Materials**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2017.

DÍAZ, César et al. Acoustic properties of reed panels. **Materiales de Construcción**, [s. l.], v. 62, n. 305, p. 55–66, 2012. Disponível em: <<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/599/646>>

DIAZ LOZANO PATINO, Ernesto; SIEGEL, Jeffrey A. Indoor environmental quality in social housing: A literature review. **Building and Environment**, [s. l.], v. 131, n. December 2017, p. 231–241, 2018.

DIMOUDI, A.; TOMPA, C. Energy and environmental indicators related to construction of office buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 53, n. 1–2, p. 86–95, 2008.

DING, Grace K. C. Sustainable construction-The role of environmental assessment tools. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 86, n. 3, p. 451–464, 2008.

DING, Zhikun; WANG, Yifei; ZOU, Patrick X. W. An agent based environmental impact assessment of building demolition waste management: Conventional versus green management. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 133, p. 1136–1153, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.054>>

DONG, Bonnie; KENNEDY, Christopher; PRESSNAIL, Kim. Comparing life cycle implications of building retrofit and replacement options. **Canadian Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 1051–1063, 2005. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/105-061>>

DU, Guangli et al. Life cycle assessment as a decision support tool for bridge procurement: environmental impact comparison among five bridge designs. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 19, n. 12, p. 1948–1964, 2014.

DUFFY, Aidan. Land use planning in Ireland-a life cycle energy analysis of recent residential development in the Greater Dublin Area. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 268–277, 2009.

EL-DIRABY, T. E.; ABDULHAI, B.; PRAMOD, K. C. The application of knowledge management to support the sustainable analysis of urban transportation infrastructure. **Canadian Journal of Civil Engineering**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 58–71, 2005. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/104-115>>

EL-DIRABY, Tamer; KRIJNEN, Thomas; PAPAGELIS, Manos. BIM-based collaborative design and socio-technical analytics of green buildings. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 82, n. September 2016, p. 59–74, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.06.004>>

EL-NABOUCHE, Ranime et al. Assessing the in-plane seismic performance of rammed earth walls by using horizontal loading tests. **Engineering Structures**, [s. l.], v. 145, p. 153–161, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.05.027>>

EL ASMAR, Mounir; CHOKOR, Abbas; SROUR, Issam. Are building occupants satisfied with indoor environmental quality of higher education facilities? **Energy Procedia**, [s. l.], v. 50, n. 480, p. 751–760, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2014.06.093>>

EL HAJJ, Carine et al. Development of generic bow-tie diagrams of accidental scenarios triggered by flooding of industrial facilities (Natech). **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, [s. l.], v. 36, p. 72–83, 2015.

EL SHENAWY, Ahmed; ZMEUREANU, Radu. Exergy-based index for assessing the building sustainability. **Building and Environment**, [s. l.], v. 60, p. 202–210, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.10.019>>

ELBELTAGI, Emad et al. Visualized strategy for predicting buildings energy consumption during early design stage using parametric analysis. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 13, n. July, p. 127–136, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.07.012>>

ELCHALAKANI, M.; BASARIR, H.; KARRECH, A. Green Concrete with High-Volume Fly Ash and Slag with Recycled Aggregate and Recycled Water to Build Future Sustainable Cities. **Journal of Materials in Civil Engineering**, [s. l.], v. 27, p. 1–10, 2017.

ELKINGTON, John. Measuring Business Excellence: EmeraldInsight. [s. l.], 2013. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/action/showMostReadArticles?journalCode=mbe>>

EMERY, S. B. et al. Estimation of the recycled content of an existing construction project. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 52, n. 2, p. 395–409, 2007.

[Digite aqui]

EN 15804, D. I. N. Sustainability of construction works—Environmental product declarations—Core rules for the product category of construction products. [s. l.], 2012.

ERLANDSSON, Martin; LEVIN, Per. Environmental assessment of rebuilding and possible performance improvements effect on a national scale. **Building and Environment**, [s. l.], v. 39, n. 12, p. 1453–1465, 2004.

ERMAN, Nicklas et al. Navigating information overload caused by automated testing - A clustering approach in multi-branch development. **2015 IEEE 8th International Conference on Software Testing, Verification and Validation, ICST 2015 - Proceedings**, [s. l.], 2015.

ESPINOZA, Omar; BUEHLMANN, Urs; SMITH, Bob. Forest certification and green building standards: Overview and use in the U.S. hardwood industry. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 33, p. 30–41, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.05.004>>

ESTOKOVA, Adriana; PORHINCAK, Milan. Environmental analysis of two building material alternatives in structures with the aim of sustainable construction. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 75–83, 2015.

FAGONE, Mario; LOCCARINI, Federica; RANOCCHIALI, Giovanna. Strength evaluation of jute fabric for the reinforcement of rammed earth structures. **Composites Part B: Engineering**, [s. l.], v. 113, p. 1–13, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.12.054>>

FARID, Ayman A.; ZAGLOUL, Weaam M.; DEWIDAR, Khaled M. The process of holism: a critical analysis to bridge the gap between sustainable architecture design principles and elements defining Art of Sustainability. **Intelligent Buildings International**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 67–87, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/17508975.2016.1170660>>

FARRENY, R.; GABARRELL, X.; RIERADEVALL, J. Cost-efficiency of rainwater harvesting strategies in dense Mediterranean neighbourhoods. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 55, n. 7, p. 686–694, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.01.008>>

FESE, Carley et al. Assessment of seismic damage of buildings and related environmental impacts. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 1–10, 2015.

FERNANDEZ-CENICEROS, J. et al. Decision support model for one-way floor slab design: A sustainable approach. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 35, p. 460–470, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.06.002>>

FERNANDEZ, Mario et al. A mathematical model for the sustainability of the use of crosslaminated timber in the construction industry: The case of Spain. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 16, n. 8, p. 1625–1636, 2014.

FERRÁNDEZ-GARCÍA, Antonio; IBÁÑEZ-FORÉS, Valeria; BOVEA, María D. Eco-efficiency analysis of the life cycle of interior partition walls: A comparison of alternative solutions. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 112, n. 1, p. 649–665, 2016.

FERREIRO-CABELLO, Javier et al. Minimizing greenhouse gas emissions and costs for structures with flat slabs. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 137, p. 922–930, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.153>>

FIELDSON, Rosi. The afterlife clause; towards a strategy for improved adaptation in retail property. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 364–379, 2017. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/IJBPA-12-2016-0031>>

FINK, Andrin Mirco; STULZ, Roland J. 2000 W society: a sustainable energy vision for the future. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 165, n. 4, p. 255–260, 2012. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/content/article/10.1680/ensu.10.00059>>

FIORINO, Luigi; MACILLO, Vincenzo; LANDOLFO, Raffaele. Shake table tests of a full-scale two-story sheathing-braced cold-formed steel building. **Engineering Structures**, [s. l.], v. 151, p. 633–647, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.08.056>>

FISHMAN, Tomer; SCHANDL, Heinz; TANIKAWA, Hiroki. Stochastic Analysis and Forecasts of the Patterns of Speed, Acceleration, and Levels of Material Stock Accumulation in Society. **Environmental Science and Technology**, [s. l.], v. 50, n. 7, p. 3729–3737, 2016.

FISK, W. J.; BLACK, D.; BRUNNER, G. Benefits and costs of improved IEQ in U.S. offices. **Indoor Air**, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 357–367, 2011.

FLOWER, David J. M.; SANJAYAN, Jay G. Green house gas emissions due to concrete manufacture. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 282–288, 2007.

FORD, H. Motivação e inspiração: as melhores frases de Henry Ford sobre vida, sucesso e liderança. **Jornal do empreendedor**. Disponível em: <https://jornaldoempreendedor.com.br/destaques/inspiracao/as-melhores-frases-de-henry-ford-sobre-vida-sucesso-e-lideranca/>. Acessado em: dez de 2018.

FOSTER, Janice et al. Scottish Passive House: Insights into environmental conditions in monitored Passive Houses. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 5, 2016.

FRAILE-GARCIA, E. et al. Optimization based on life cycle analysis for reinforced concrete structures with one-way slabs. **Engineering Structures**, [s. l.], v. 109, p. 126–138, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.12.001>>

FRAILE-GARCIA, Esteban et al. Adaptation of methodology to select structural alternatives of one-way slab in residential building to the guidelines of the European Committee for Standardization (CEN/TC 350). **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 55, p. 144–155, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2015.08.004>>

FRAILE-GARCIA, Esteban et al. Repercussion the use phase in the life cycle assessment of structures in residential buildings using one-way slabs. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 143, p. 191–199, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.130>>

FREGONARA, Elena et al. Economic-Environmental Indicators to Support Investment Decisions: A Focus on the Buildings' End-of-Life Stage. **Buildings**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 65, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2075-5309/7/3/65>>

FUCIC, Aleksandra et al. Radiochemical indoor environment and possible health risks in current building technology. **Building and Environment**, [s. l.], v. 46, n. 12, p. 2609–2614, 2011.

GALAN-MARIN, Carmen; RIVERA-GOMEZ, Carlos; GARCIA-MARTINEZ, Antonio. Use of natural-fiber bio-composites in construction versus traditional solutions: Operational and embodied energy assessment. **Materials**, [s. l.], v. 9, n. 6, 2016.

GALVIN, Jim. Critical role of risk management in ground engineering and opportunities for improvement. **International Journal of Mining Science and Technology**, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 725–731, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijmst.2017.07.005>>

GANGOLELLS, Marta et al. Analysis of the implementation of effective waste management practices in construction projects and sites. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 93, n. 2014, p. 99–111, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.10.006>>

GARDEZI, Syed Shujaa Safdar et al. A multivariable regression tool for embodied carbon footprint prediction in housing habitat. **Habitat International**, [s. l.], v. 53, p. 292–300, 2016.

GARG, Mridul; JAIN, Neeraj. Waste gypsum from intermediate dye industries for production of building materials. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 24, n. 9, p. 1632–1637, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.029>>

GELOWITZ, M. D. C.; MCARTHUR, J. J. Insights on environmental product declaration use from Canada's first LEED® v4 platinum commercial project. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 136, n. June, p. 436–444, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.05.008>>

GERILLA, G. P.; TEKNOMO, K.; HOKAO, K. An environmental assessment of wood and steel reinforced concrete housing construction. **Building and Environment**, [s. l.], v. 42, n. 7, p. 2778–2784, 2007.

GERVÁSIO, H. et al. A macro-component approach for the assessment of building sustainability in early stages of design. **Building and Environment**, [s. l.], v. 73, p. 256–270, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.12.015>>

GIAMA, E.; PAPADOPOULOS, A. M. Assessment tools for the environmental evaluation of concrete, plaster and brick elements production. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 99, p. 75–85, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.006>>

GILBERT SILVIUS, A. J. et al. Considering sustainability in project management decision making; An investigation using Q-methodology. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 35, n. 6, p. 1133–1150, 2017.

GÖÇER, Özgür; HUA, Ying; GÖÇER, Kenan. Completing the missing link in building

design process: Enhancing post-occupancy evaluation method for effective feedback for building performance. **Building and Environment**, [s. l.], v. 89, p. 14–27, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.02.011>>

GODINHO-CASTRO, Alcione P. et al. Incorporation of gypsum waste in ceramic block production: Proposal for a minimal battery of tests to evaluate technical and environmental viability of this recycling process. **Waste Management**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 153–157, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2011.08.019>>

GOH, Bee Hua. Designing a whole-life building cost index in Singapore. **Built Environment Project and Asset Management**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 159–173, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/BEPAM-09-2014-0045>>

GONÇALVES DE LASSIO, João Gabriel; NAKED HADDAD, Assed. Life cycle assessment of building construction materials: case study for a housing complex. **Revista de la construcción**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 69–77, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2016000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=en>

GONZÁLEZ-GARCÍA, Sara et al. Environmental performance assessment of hardboard manufacture. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 456–466, 2009.

GONZÁLEZ, María Jesús; GARCÍA NAVARRO, Justo. Assessment of the decrease of CO2 emissions in the construction field through the selection of materials: Practical case study of three houses of low environmental impact. **Building and Environment**, [s. l.], v. 41, n. 7, p. 902–909, 2006.

GONZALEZ STUMPF, Marco Aurelio et al. A case study about embodied energy in concrete and structural masonry buildings. **Revista de la construcción**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 9–14, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2014000200001&lng=en&nrm=iso&tlng=en>

GOTO, Yutaka et al. Hygrothermal performance of a vapor-open envelope for subtropical climate, field test and model validation. **Building and Environment**, [s. l.], v. 110, p. 55–64, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.026>>

GOTTSCHÉ, Jan; KELLY, Mark; TAGGART, Martin. Assessing the impact of energy management initiatives on the energy usage during the construction phase of an educational building project in Ireland. **Construction Management and Economics**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 46–60, 2016.

GOULDEN, Shula et al. Green building standards as socio-technical actors in municipal environmental policy. **Building Research and Information**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 414–425, 2017.

GU, Zhenhong et al. A study of Chinese strategies for energy-efficient housing developments from an architect's perspective, combined with Swedish experiences and game theory. **Civil Engineering and Environmental Systems**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 323–338, 2009.

GUO, Xueyi et al. Substance flow analysis of zinc in China. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 54, n. 3, p. 171–177, 2010.

HABERT, G. et al. Power: A new paradigm for energy use in sustainable construction. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 23, p. 109–115, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.016>>

HABERT, G.; ROUSSEL, N. Study of two concrete mix-design strategies to reach carbon mitigation objectives. **Cement and Concrete Composites**, [s. l.], v. 31, n. 6, p. 397–402, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.04.001>>

HAGBERT, Pernilla; FEMENÍAS, Paula. Sustainable homes, or simply energy-efficient buildings? **Journal of Housing and the Built Environment**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 1–17, 2016.

HAGBERT, Pernilla; MANGOLD, Mikael; FEMENÍAS, Paula. Paradoxes and possibilities for a “green” housing sector: A swedish case. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 2018–2035, 2013.

HÄKKINEN, T. Assessment of indicators for sustainable urban construction. **Civil Engineering and Environmental Systems**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 247–259, 2007.

HALL, Mark; PURCHASE, David. Building or bodging? Attitudes to sustainability in UK public sector housing construction development. **Sustainable Development**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 205–218, 2006.

HAMILTON-MACLAREN, Fiona; LOVEDAY, Dennis L.; MOURSHED, Monjur. Public opinions on alternative lower carbon wall construction techniques for UK housing. **Habitat International**, [s. l.], v. 37, p. 163–169, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.12.015>>

HARTMANN, Raik; JÄGER, Wolfram. Sustainable building for the future: Contemporary clay masonry - Resource-saving building. **Mauerwerk**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 102–113, 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/dama.201700727>>

HARTONO, Budi et al. Project risk: Theoretical concepts and stakeholders’ perspectives. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 400–411, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.05.011>>

HASIK, Vaclav et al. Evaluating the Life Cycle Environmental Benefits and Trade-Offs of Water Reuse Systems for Net-Zero Buildings. [s. l.], p. 1–10, 2016.

HASIK, Vaclav et al. Evaluating the Life Cycle Environmental Benefits and Trade-Offs of Water Reuse Systems for Net-Zero Buildings. **Environmental Science and Technology**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 1110–1119, 2017.

HASSAN, Khaled El-Gamil; REID, James Murray; AL-KUWARI, Mohammad Saif. Recycled aggregates in structural concrete – a Qatar case study. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials**, [s. l.], v. 169, n. 2, p. 72–82, 2016. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/coma.15.00017>>

HASSAN, Marwa M.; BELIVEAU, Yvan. Design, construction and performance prediction [Digite aqui]

of integrated solar roof collectors using finite element analysis. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 1069–1078, 2007.

HAUPTMANN, U.; MARX, M.; KNETSCH, T. GAP - A fault-tree based methodology for analyzing occupational hazards. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 107–113, 2005.

HEMSTRÖM, Kerstin; MAHAPATRA, Krushna; GUSTAVSSON, Leif. Perceptions, attitudes and interest of Swedish architects towards the use of wood frames in multi-storey buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 55, n. 11, p. 1013–1021, 2011.

HERAVI, Gholamreza; FATHI, Medya; FAEGHI, Shiva. Evaluation of sustainability indicators of industrial buildings focused on petrochemical projects. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 109, p. 92–107, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.133>>

HERAVI, Gholamreza; FATHI, Medya; FAEGHI, Shiva. Multi-criteria group decision-making method for optimal selection of sustainable industrial building options focused on petrochemical projects. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 142, p. 2999–3013, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.168>>

HOLLOWAY, Skyler; PARRISH, Kristen. The contractor's role in the sustainable construction industry. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 168, n. 2, p. 53–60, 2015. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.14.00026>>

HORNE, Ralph; HAYLES, Carolyn. Towards global benchmarking for sustainable homes: An international comparison of the energy performance of housing. **Journal of Housing and the Built Environment**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 119–130, 2008.

HOSSAIN, Kazi Ashfaq; GENCTURK, Bora. Life-Cycle Environmental Impact Assessment of Reinforced Concrete Buildings Subjected to Natural Hazards. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], n. 2009, p. A4014001, 2015.

HOSSAINI, Navid; HEWAGE, Kasun; SADIQ, Rehan. Spatial life cycle sustainability assessment: A conceptual framework for net-zero buildings. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 17, n. 8, p. 2243–2253, 2015.

HOWDEN-CHAPMAN, Philippa; CHAPMAN, Ralph. Health co-benefits from housing-related policies. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 414–419, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2012.08.010>>

HSIEH, Hung Ren. Issues and proposed improvements regarding condominium management in Taiwan. **Habitat International**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 73–80, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.05.002>>

HSUEH, Sung-Lin; LEE, Jen-Rong; CHEN, Yu-Lung. DFAHP multicriteria risk assessment model for redeveloping derelict public buildings. **International Journal of Strategic Property Management**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 333–346, 2013. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/1648715X.2013.852995>>

HU, Dan et al. Input, stocks and output flows of urban residential building system in Beijing city, China from 1949 to 2008. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 54, n. 12, p. 1177–1188, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.03.011>>

HU, Hong; GEERTMAN, Stan; HOOIMEIJER, Pieter. The willingness to pay for green apartments: The case of Nanjing, China. **Urban Studies**, [s. l.], v. 51, n. 16, p. 3459–3478, 2014. a.

HU, Hong; GEERTMAN, Stan; HOOIMEIJER, Pieter. Green Apartments in Nanjing China: Do Developers and Planners Understand the Valuation by Residents? **Housing Studies**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 26–43, 2014. b.

HU, Mingming; VAN DER VOET, Ester; HUPPES, Gjalte. Dynamic Material Flow Analysis for Strategic Construction and Demolition Waste Management in Beijing. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 440–456, 2010.

HUANG, Cheng; HAN, Ji; CHEN, Wei Qiang. Changing patterns and determinants of infrastructures' material stocks in Chinese cities. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 123, p. 47–53, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.014>>

HUGHES, P. N. et al. Full-scale testing to assess climate effects on embankments. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 162, n. ES3, p. 135–144, 2009.

HUNGER, M. et al. The behavior of self-compacting concrete containing micro-encapsulated Phase Change Materials. **Cement and Concrete Composites**, [s. l.], v. 31, n. 10, p. 731–743, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.08.002>>

HWANG, Bon Gang; TAN, Jac See. Green building project management: Obstacles and solutions for sustainable development. **Sustainable Development**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 335–349, 2012.

IGNATIUS, Joshua et al. An integrated fuzzy ANP–QFD approach for green building assessment. **Journal of Civil Engineering and Management**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 551–563, 2016. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3846/13923730.2015.1120772>>

ILHA, M. S. O.; OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. Environmental assessment of residential buildings with an emphasis on water conservation. **Building Services Engineering Research and Technology**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 15–26, 2009.

ILHAN, Bahriye; YAMAN, Hakan. Green building assessment tool (GBAT) for integrated BIM-based design decisions. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 70, p. 26–37, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.001>>

INYIM, Peeraya; RIVERA, Joseph; ZHU, Yimin. Integration of Building Information Modeling and Economic and Environmental Impact Analysis to Support Sustainable Building Design. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 1–10, 2015.

INYIM, Peeraya; ZHU, Yimin; ORABI, Wallied. Analysis of Time , Cost , and Environmental Impact Relationships at the Building-Material Level. **JOURNAL OF MANAGEMENT IN ENGINEERING**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 1–12, 2016.

IOANNIDOU, D.; ZERBI, S.; HABERT, G. When more is better - Comparative LCA of wall systems with stone. **Building and Environment**, [s. l.], v. 82, p. 628–639, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.10.004>>

IRLAND, Lloyd C. Developing Markets for Certified Wood Products: Greening the Supply Chain for Construction Materials. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 201–216, 2007. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1162/jiec.2007.1052>>

ISIK, Bilge; TULBENTCI, Tugsad. Sustainable housing in island conditions using Alkergypsum-stabilized earth: A case study from northern Cyprus. **Building and Environment**, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 1426–1432, 2008.

ISSA, M. H. et al. Absenteeism, performance and occupant satisfaction with the indoor environment of green Toronto schools. **Indoor and Built Environment**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 511–523, 2011.

JACINTO, Celeste; SILVA, Cristina. A semi-quantitative assessment of occupational risks using bow-tie representation. **Safety Science**, [s. l.], v. 48, n. 8, p. 973–979, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2009.08.008>>

JANG, Hyoung Jae; KIM, Tae Hyoung; CHAE, Chang U. CO₂emissions and cost by floor types of public apartment houses in South Korea. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 5, 2016.

JAYASINGHE, C.; FONSEKA, W. M. C. D. J.; ABEYGUNAWARDHENE, Y. M. Load bearing properties of composite masonry constructed with recycled building demolition waste and cement stabilized rammed earth. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 102, p. 471–477, 2016.

JIMÉNEZ, J. R. et al. Use of mixed recycled aggregates with a low embodied energy from non-selected CDW in unpaved rural roads. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 34, p. 34–43, 2012.

JOCHEM, Dominik; JANZEN, Niels; WEIMAR, Holger. Estimation of own and cross price elasticities of demand for wood-based products and associated substitutes in the German construction sector. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 137, p. 1216–1227, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.165>>

JOHNSTONE, Ivan M. Energy and mass flows of housing: A model and example. **Building and Environment**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 27–41, 2001.

KAJIKAWA, Yuya; INOUE, Toshihiro; GOH, Thong Ngee. Analysis of building environment assessment frameworks and their implications for sustainability indicators. **Sustainability Science**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 233–246, 2011.

KAMALI, Mohammad; HEWAGE, Kasun. Development of performance criteria for

[Digite aqui]

sustainability evaluation of modular versus conventional construction methods. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 142, p. 3592–3606, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.108>>

KANADASAN, Jegathish; RAZAK, Hashim Abdul. Utilization of Palm Oil Clinker as Cement Replacement Material. **Materials**, [s. l.], v. 8, n. 12, p. 8817–8838, 2015.

KARAKHAN, Ali A.; GAMBATESE, John A. Safety Innovation and Integration in High-Performance Designs: Benefits, Motivations, and Obstacles. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 04017018, 2017. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29SC.1943-5576.0000338>>

KARATAS, Aslihan; EL-RAYES, Khaled. Optimal Trade-Offs between Social Quality of Life and Life-Cycle Cost in Housing Units. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], v. 140, n. 12, p. 04014058, 2014. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000895>>

KARATAS, Aslihan; EL-RAYES, Khaled. Optimizing tradeoffs among housing sustainability objectives. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 53, p. 83–94, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.02.010>>

KARIYAWASAM, K. K. G. K. D.; JAYASINGHE, C. Cement stabilized rammed earth as a sustainable construction material. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 105, p. 519–527, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.12.189>>

KAYELLO, Ahmad et al. Experimental study of thermal and airtightness performance of structural insulated panel joints in cold climates. **Building and Environment**, [s. l.], v. 115, p. 345–357, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.01.031>>

KAZMI, Syed M. S. et al. Manufacturing of sustainable clay bricks: Utilization of waste sugarcane bagasse and rice husk ashes. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 120, p. 29–41, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.084>>

KHAN, Faisal I.; ABBASI, S. A. Techniques and methodologies for risk analysis in chemical process industries. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 261–277, 1998.

KHAN, Mohammed; ASIF, Muhammad; STACH, Edgar. Rooftop PV Potential in the Residential Sector of the Kingdom of Saudi Arabia. **Buildings**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 46, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2075-5309/7/2/46>>

KIBWAMI, Nathan; TUTESIGENSI, Apollo. Integrating clean development mechanism into the development approval process of buildings: A case of urban housing in Uganda. **Habitat International**, [s. l.], v. 53, p. 331–341, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.011>>

KIM, Gon; SCHAEFER, Laura; KIM, Jeong Tai. Development of a double-skin façade for sustainable renovation of old residential buildings. **Indoor and Built Environment**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 180–190, 2013.

KIM, Jeong Tai; YU, Chuck W. F. Hazardous materials in buildings. **Indoor and Built Environment**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 44–61, 2014.

KIM, Jung In et al. BIM-based decision-support method for master planning of sustainable large-scale developments. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 58, p. 95–108, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.003>>

KIM, Kwang Sik. Exploring transportation planning issues during the preparations for EXPO 2012 Yeosu Korea. **Habitat International**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 286–294, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.10.002>>

KIM, Kyong Ju et al. Life cycle assessment based environmental impact estimation model for pre-stressed concrete beam bridge in the early design phase. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 64, p. 47–56, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2017.02.003>>

KIM, Taehyoung; CHAE, Chang. Evaluation Analysis of the CO2 Emission and Absorption Life Cycle for Precast Concrete in Korea. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 7, p. 663, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/663>>

KLANG, Anders; VIKMAN, Per-Åke; BRATTEBØ, Helge. Sustainable management of demolition waste—an integrated model for the evaluation of environmental, economic and social aspects. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 317–334, 2003. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344902001672>>

KOFOWOROLA, Oyeshola F.; GHEEWALA, Shabbir H. Environmental life cycle assessment of a commercial office building in Thailand. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 498–511, 2008.

KORONEOS, Christopher; DOMPROS, Aris. Environmental assessment of brick production in Greece. **Building and Environment**, [s. l.], v. 42, n. 5, p. 2114–2123, 2007.

KOVACIC, Iva; SUMMER, Markus; ACHAMMER, Christoph. Strategies of building stock renovation for ageing society. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 88, p. 349–357, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.080>>

KOVACIC, Iva; WALTENBERGER, Linus; GOURLIS, Georgios. Tool for life cycle analysis of facade-systems for industrial buildings. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 130, p. 260–272, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.063>>

KREFT, Oliver. Autoclaved aerated concrete with sulphate content: an environmentally friendly , durable and recyclable building material Sulfathaltiger Porenbeton: Ein umweltfreundlicher , langlebiger und recyclingfähiger Baustoff. **Mauerwerk**, [s. l.], v. 21, p. 287–296, 2017.

KUA, Harn Wei; MAGHIMAI, Marcus. Steel-versus-Concrete Debate Revisited: Global Warming Potential and Embodied Energy Analyses based on Attributional and Consequential Life Cycle Perspectives. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 82–100, 2017.

KUCUKVAR, Murat; EGILMEZ, Gokhan; TATARI, Omer. Life Cycle Assessment and

Optimization-Based Decision Analysis of Construction Waste Recycling for a LEED-Certified University Building. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 89, 2016. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/8/1/89>>

KURT, Levent; OZILGEN, Sibel. Failure mode and effect analysis for dairy product manufacturing: Practical safety improvement action plan with cases from Turkey. **Safety Science**, [s. l.], v. 55, p. 195–206, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.01.009>>

LACHIMPADI, Suresh Kumar et al. Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS) methods in high-rise buildings: A Malaysia case study. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 68, p. 96–103, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.08.011>>

LAGUARDA MALLO, Maria Fernanda; ESPINOZA, Omar. Awareness, perceptions and willingness to adopt Cross-Laminated Timber by the architecture community in the United States. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 94, p. 198–210, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.090>>

LAI, Xiaodong; LIU, Jixian; GEORGIEV, Georgi. Low carbon technology integration innovation assessment index review based on rough set theory - An evidence from construction industry in China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 126, p. 88–96, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.035>>

LANEYRIE, Cléo et al. Influence of recycled coarse aggregates on normal and high performance concrete subjected to elevated temperatures. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 111, p. 368–378, 2016.

LARREA-GALLEGOS, Gustavo; VÁZQUEZ-ROWE, Ian; GALLICE, Geoffrey. Life cycle assessment of the construction of an unpaved road in an undisturbed tropical rainforest area in the vicinity of Manu National Park, Peru. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 22, n. 7, p. 1109–1124, 2017.

LARSON, Erik W.; GRAY, Clifford F. **Gerenciamento de projetos: O processo gerencial**. 6 ed. ed. Porto Alegre.

LASVAUX, S. et al. Correlations in Life Cycle Impact Assessment methods (LCIA) and indicators for construction materials: What matters? **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 67, p. 174–182, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.056>>

LEE, Goonjae et al. A computing model for lifecycle health performance evaluations of sustainable healthy buildings. **Indoor and Built Environment**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 7–20, 2013.

LEE, Keonho et al. The development of an energy-efficient remodeling framework in South Korea. **Habitat International**, [s. l.], v. 53, p. 430–441, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.12.003>>

LEHMANN, Steffen. Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through principles of zero waste and sustainable consumption. **Sustainability**

(Switzerland), [s. l.], v. 3, n. 1, p. 155–183, 2011.

LEHTIRANTA, Liisa. Risk perceptions and approaches in multi-organizations: A research review 2000-2012. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 640–653, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.09.002>>

LEITE, L.; SOUSA, H. Geometric improvement of the existing bagacina (lapilli) concrete masonry base unit and development of a new masonry system composed by accessory units for the construction in the Azores islands. **Revista de la construcción**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 62–74, 2013.

LEWANDOWSKA, Anna et al. Between full LCA and energy certification methodology???a comparison of six methodological variants of buildings environmental assessment. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 9–22, 2015.

LI, Dezhi et al. Assessing investment value of privately-owned public rental housing projects with multiple options. **Habitat International**, [s. l.], v. 53, p. 8–17, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.10.018>>

LI, Jingru et al. A model for estimating construction waste generation index for building project in China. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 74, p. 20–26, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.02.015>>

LI, Jingru et al. Designers' attitude and behaviour towards construction waste minimization by design: A study in Shenzhen, China. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 105, p. 29–35, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.009>>

LI, Yashuai; ZHANG, Xueqing. Web-based construction waste estimation system for building construction projects. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 35, p. 142–156, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.002>>

LI, Zhengdao; SHEN, Geoffrey Qiping; ALSHAWI, Mustafa. Measuring the impact of prefabrication on construction waste reduction: An empirical study in China. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 91, p. 27–39, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.07.013>>

LIEBLANG, Peter et al. Resource efficiency of calcium silicate units Ressourceneffizienz des Kalksandsteins. **Mauerwerk**, [s. l.], v. 21, p. 3–8, 2017.

LIMBACHIYA, Mukesh; MEDDAH, Mohammed Seddik; OUCHAGOUR, Youssef. Use of recycled concrete aggregate in fly-ash concrete. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 439–449, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.07.023>>

LITTLE, John C.; HESTER, Erich T.; CAREY, Cayelan C. Assessing and Enhancing Environmental Sustainability: A Conceptual Review. **Environmental Science and Technology**, [s. l.], v. 50, n. 13, p. 6830–6845, 2016.

LIU, Guiwen et al. Factors influencing the service lifespan of buildings: An improved hedonic model. **Habitat International**, [s. l.], v. 43, p. 274–282, 2014. Disponível em:

[Digite aqui]

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.04.009>>

LIU, Wei; TIAN, Jinping; CHEN, Lujun. Greenhouse gas emissions in China's eco-industrial parks: A case study of the Beijing Economic Technological Development Area. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 66, p. 384–391, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.010>>

LIU, Yanli; SUN, Tiantian; YANG, Lie. Evaluating the performance and intellectual structure of construction and demolition waste research during 2000–2016. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 24, n. 23, p. 19259–19266, 2017.

LÓPEZ, J. C.; GRINDLAY, A. L.; PEÑA-GARCÍA, A. A proposal for evaluation of energy consumption and sustainability of road tunnels: The sustainability vector. **Tunnelling and Underground Space Technology**, [s. l.], v. 65, p. 53–61, 2017.

LORENZO, Rodolfo et al. BIM Bamboo: a digital design framework for bamboo culms. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings**, [s. l.], v. 170, n. 4, p. 295–302, 2017. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jstbu.16.00091>>

LOSS, Cristiano; DAVISON, Buick. Innovative composite steel-timber floors with prefabricated modular components. **Engineering Structures**, [s. l.], v. 132, p. 695–713, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2016.11.062>>

LOZANO, Rodrigo. Towards better embedding sustainability into companies' systems: An analysis of voluntary corporate initiatives. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 25, p. 14–26, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.060>>

LU, Yujie et al. Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 83, n. June, p. 134–148, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.024>>

LUKMAN, Rebeka; TIWARY, Abhishek; AZAPAGIC, Adisa. Towards greening a university campus: The case of the University of Maribor, Slovenia. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 53, n. 11, p. 639–644, 2009.

MA, Kuen Wai; WONG, Hai Ming; MAK, Cheuk Ming. A systematic review of human perceptual dimensions of sound: Meta-analysis of semantic differential method applications to indoor and outdoor sounds. **Building and Environment**, [s. l.], v. 133, n. February, p. 123–150, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.021>>

MACILLO, Vincenzo; FIORINO, Luigi. Seismic response of CFS shear walls sheathed with nailed gypsum panels : Experimental tests. **Thin-Walled Structures**, [s. l.], v. 120, n. August, p. 161–171, 2017.

MAHDAVI, M.; CLOUSTON, P. L.; ARWADE, S. R. A low-technology approach toward fabrication of Laminated Bamboo Lumber. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 29, p. 257–262, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.046>>

MANEWA, Anupa et al. Adaptable buildings for sustainable built environment. **Built**

[Digite aqui]

Environment Project and Asset Management, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 139–158, 2016. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/BEPAM-10-2014-0053>>

MARICA, Silviana; CETEAN, Valentina; LAZAROIU, Gheorghe. Unitary management and environmental performance by monitoring and protection of mineral resources for construction materials from Romania. **Building and Environment**, [s. l.], v. 43, n. 6, p. 1082–1090, 2008.

MARRERO, Madelyn et al. Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 117, p. 160–174, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.020>>

MARTENS, Mauro L.; CARVALHO, Marly M. Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 35, n. 6, p. 1084–1102, 2017.

MARTÍNEZ-ROCAMORA, Alejandro; SOLÍS-GUZMÁN, Jaime; MARRERO, Madelyn. Toward the Ecological Footprint of the use and maintenance phase of buildings: Utility consumption and cleaning tasks. **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 69, p. 66–77, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.007>>

MARTÍNEZ LAGE, Isabel et al. Estimation of the annual production and composition of C&D Debris in Galicia (Spain). **Waste Management**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 636–645, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2009.11.016>>

MATEUS, Ricardo et al. Sustainability assessment of an innovative lightweight building technology for partition walls - Comparison with conventional technologies. **Building and Environment**, [s. l.], v. 67, p. 147–159, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.05.012>>

MAVROGIANNI, A.; MUMOVIC, D. On the use of windcatchers in schools: Climate change, occupancy patterns, and adaptation strategies. **Indoor and Built Environment**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 340–354, 2010.

MAXINEASA, Sebastian George et al. Environmental impact of carbon fibre-reinforced polymer flexural strengthening solutions of reinforced concrete beams. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 20, n. 10, p. 1343–1358, 2015.

MAYER-PINTO, M. et al. Building 'blue': An eco-engineering framework for foreshore developments. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 189, p. 109–114, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.12.039>>

MBANASO, F. U. et al. Reuse of materials from a Sustainable Drainage System device: Health, Safety and Environment assessment for an end-of-life Pervious Pavement Structure. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 650, p. 1759–1770, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.224>>

MCBAIN, Bonnie et al. Building Robust Housing Sector Policy Using the Ecological Footprint. **Resources**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 24, 2018. Disponível em:

[Digite aqui]

<<http://www.mdpi.com/2079-9276/7/2/24>>

MEEEX, Elke et al. Requirements for applying LCA-based environmental impact assessment tools in the early stages of building design. **Building and Environment**, [s. l.], v. 133, n. February, p. 228–236, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.016>>

MENDIVIL-ESCALANTE, José Miguel et al. Metamorphosis in the porosity of recycled concretes through the use of a recycled polyethylene terephthalate (PET) additive. Correlations between the porous network and concrete properties. **Materials**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2017.

MENNA, Costantino et al. Assessment of ecological sustainability of a building subjected to potential seismic events during its lifetime. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 504–515, 2013.

MEQUIGNON, Marc; AIT HADDOU, Hassan. Impact of the lifespan of building external walls on depletion of natural resources. **Building and Environment**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 351–356, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.09.020>>

MILLER, Dane; DOH, Jeung Hwan; MULVEY, Mitchell. Concrete slab comparison and embodied energy optimisation for alternate design and construction techniques. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 80, p. 329–338, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.071>>

MILUTIENE, Edita et al. Increase in buildings sustainability by using renewable materials and energy. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 1075–1084, 2012.

MOHAMAD NIDZAM, Rahmat; NORSALISMA, Ismail; KINUTHIA, John Mungai. Strength and environmental evaluation of stabilised Clay-PFA eco-friendly bricks. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 125, p. 964–973, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.114>>

MOHAMMADI, Jamshid; ASCE, M.; LING, Lei. Can Wood Become an Alternative Material for Tall Building Construction? **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 1–7, 2017.

MOON, Kyoung Sun. Stiffness-based design methodology for steel braced tube structures: A sustainable approach. **Engineering Structures**, [s. l.], v. 32, n. 10, p. 3163–3170, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2010.06.004>>

MOTUZIENE, Violeta et al. Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multi-criteria analysis: A case study. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 112, p. 532–541, 2016.

NADAL, Ana et al. Urban planning and agriculture. Methodology for assessing rooftop greenhouse potential of non-residential areas using airborne sensors. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 601–602, p. 493–507, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.214>>

[Digite aqui]

NADEEM, Humayun et al. Used engine oil as alternate binder for buildings – a comparative study. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management**, [s. l.], v. 170, n. 2, p. 57–65, 2017. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jwarm.17.00005>>

NAJJAR, Mohammad et al. Integration of BIM and LCA: Evaluating the environmental impacts of building materials at an early stage of designing a typical office building. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 14, n. March, p. 115–126, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2017.10.005>>

NAMINI, Saeed Banihashemi et al. Managerial sustainability assessment tool for Iran's buildings. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 167, n. 1, p. 12–23, 2014. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.12.00041>>

NAPOLANO, Loredana et al. Life cycle environmental impact of different replacement options for a typical old flat roof. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 694–708, 2015.

NASCIMENTO, Felipe; PIMENTEL, Lia Lorena. Reaproveitamento de resíduo de gesso. **XV Encontro de Iniciação Científica da PUC**, [s. l.], n. 1, p. 10, 2010.

NG, S. Thomas; SKITMORE, Martin; CHEUNG, Jimmy N. H. Organisational obstacles to reducing carbon emissions in Hong Kong. **Habitat International**, [s. l.], v. 40, p. 119–126, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.03.004>>

NGUYEN, T. H.; TOROGHI, Sh. H.; JACOBS, F. Automated Green Building Rating System for Building Designs. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. A4015001, 2016. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000168>>

NIANG, Arame; ROY, Nathalie; TAGNIT-HAMOU, Arezki. Structural Behavior of Concrete Incorporating Glass Powder Used in Reinforced Concrete Columns. **Journal of Structural Engineering**, [s. l.], v. 141, p. 1–10, 2015.

NOH, Sookack et al. Characterization of CO₂ emissions during construction of reservoir embankment elevation in South Korea. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 42–51, 2014.

NOH, Sookack et al. Recyclability of bottom ash mixed with dredged soils according to the transportation distance and mixing ratio through the estimation of CO₂ emissions. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 156, p. 244–251, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.03.033>>

NOVAIS, Rui M.; SEABRA, M. P.; LABRINCHA, J. A. Wood waste incorporation for lightweight porcelain stoneware tiles with tailored thermal conductivity. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 90, p. 66–72, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.045>>

OH, Byung Kwan; CHOI, Se Woon; PARK, Hyo Seon. Influence of variations in CO₂

emission data upon environmental impact of building construction. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 140, p. 1194–1203, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.041>>

OMOREGIE, Alohan; ENGLISH, Mark. Housing infrastructure: contemporary issues in timber adoption. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer**, [s. l.], v. 170, n. 4, p. 205–220, 2017. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jmuen.16.00022>>

ONAT, Nuri Cihat; KUCUKVAR, Murat; TATARI, Omer. Scope-based carbon footprint analysis of U.S. residential and commercial buildings: An input-output hybrid life cycle assessment approach. **Building and Environment**, [s. l.], v. 72, p. 53–62, 2014. a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.10.009>>

ONAT, Nuri Cihat; KUCUKVAR, Murat; TATARI, Omer. Integrating triple bottom line input-output analysis into life cycle sustainability assessment framework: The case for US buildings. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 19, n. 8, p. 1488–1505, 2014. b.

ONDOVA, M.; ESTOKOVA, A. Environmental Impact Assessment of Building Foundation in Masonry Family Houses Related to the Total Used Building Materials. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 1113–1120, 2016.

ORDÓÑEZ, Javier; MODI, Vijay. Optimizing CO₂ emissions from heating and cooling and from the materials used in residential buildings, depending on their geometric characteristics. **Building and Environment**, [s. l.], v. 46, n. 11, p. 2161–2169, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.030>>

ORTIZ, O.; PASQUALINO, J. C.; CASTELLS, F. Environmental performance of construction waste: Comparing three scenarios from a case study in Catalonia, Spain. **Waste Management**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 646–654, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2009.11.013>>

ORTIZ, Oscar et al. Sustainability based on LCM of residential dwellings: A case study in Catalonia, Spain. **Building and Environment**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 584–594, 2009.

ORTIZ, Oscar et al. The environmental impact of the construction phase: An application to composite walls from a life cycle perspective. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 54, n. 11, p. 832–840, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.01.002>>

OSEI VICTOR. Construction and the Ghanaian Economy. **International Journal of Development and Economic Sustainability**, [s. l.], v. Vol. 1, n. No.1, p. pp56–72, 2013.

OTI, A. H. et al. Structural sustainability appraisal in BIM. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 69, p. 44–58, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.019>>

OTI, Jonathon E.; KINUTHIA, John M.; BAI, Jiping. Developing unfired stabilised building materials in the UK. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 161, n. 4, p. 211–218, 2008. Disponível em:

[Digite aqui]

<<http://dx.doi.org/10.1680/ensu.2008.161.4.211>>

OTI, Jonathon E.; KINUTHIA, John Mungai; BAI, Jiping. Unfired clay bricks: from laboratory to industrial production. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 162, n. ES3, p. 135–144, 2009.

OYEDELE, Lukumon O.; AJAYI, Saheed O.; KADIRI, Kabir O. Use of recycled products in UK construction industry: An empirical investigation into critical impediments and strategies for improvement. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 93, p. 23–31, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.09.011>>

OZCAN-DENIZ, G. ..; ZHU, Y. .. A multi-objective decision-support model for selecting environmentally conscious highway construction methods. **Journal of Civil Engineering and Management**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 733–747, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84930795738&partnerID=40&md5=b01b4e7f516959d2b75b4384bd48c05f>>

OZCAN DENIZ, Gulbin. An analytic network process (ANP) model to examine LEED-certified buildings' operational performance. **Built Environment Project and Asset Management**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 366–376, 2017. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/BEPAM-11-2016-0073>>

PAJCHROWSKI, Grzegorz et al. Materials composition or energy characteristic - What is more important in environmental life cycle of buildings? **Building and Environment**, [s. l.], v. 72, p. 15–27, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.10.012>>

PAPAJOHAN, Dean; BRINKER, Chris; EL ASMAR, Mounir. MARS: Metaframework for Assessing Ratings of Sustainability for Buildings and Infrastructure. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 04016026, 2017. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000478>>

PARDO-BOSCH, Francesc; AGUADO, Antonio. Sustainability as the key to prioritize investments in public infrastructures. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 60, p. 40–51, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2016.03.007>>

PASSER, Alexander et al. Environmental product declarations entering the building sector: critical reflections based on 5 to 10 years experience in different European countries. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 20, n. 9, p. 1199–1212, 2015.

PASSER, Alexander; KREINER, Helmuth; MAYDL, Peter. Assessment of the environmental performance of buildings: A critical evaluation of the influence of technical building equipment on residential buildings. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 17, n. 9, p. 1116–1130, 2012.

PERIS MORA, Eduardo. Life cycle, sustainability and the transcendent quality of building materials. **Building and Environment**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 1329–1334, 2007.

PETRILLO, A. et al. An Environmental Evaluation: A Comparison Between Geopolymer and OPC Concrete Paving Blocks Manufacturing Process in Italy. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 482–489, 2016.

[Digite aqui]

PETTIT, T. et al. Do the plants in functional green walls contribute to their ability to filter particulate matter? **Building and Environment**, [s. l.], v. 125, p. 299–307, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.004>>

PMI, Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 6ª ed. ed. Pensilvânia, EUA.

POHL, Sebastian; GRAUBNER, Carl-alexander. Massive versus lightweight building : the latest investigations of (ecological) sustainability assessment Massivbau versus Leichtbau : Neueste Untersuchungen zur (ökologischen) Nachhaltigkeitsbewertung. **Mauerwerk**, [s. l.], v. 21, p. 9–19, 2017.

POLAT, H. Eylem; OLGUN, Metin. Analysis of the rural dwellings at new residential areas in The Southeastern Anatolia, Turkey. **Building and Environment**, [s. l.], v. 39, n. 12, p. 1505–1515, 2004.

POLLINGTON, Stephen Wilson. The Cockermouth School Eco Centre, Cumbria, UK. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 161, n. 4, p. 203–210, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1680/ensu.2008.161.4.203>>

PONS, Oriol; AGUADO, Antonio. Integrated value model for sustainable assessment applied to technologies used to build schools in Catalonia, Spain. **Building and Environment**, [s. l.], v. 53, p. 49–58, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.01.007>>

PONS, Oriol; DE LA FUENTE, Albert; AGUADO, Antonio. The use of MIVES as a sustainability assessment MCDM method for architecture and civil engineering applications. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 5, 2016.

POW, C. P.; NEO, Harvey. Seeing Red Over Green: Contesting Urban Sustainabilities in China. **Urban Studies**, [s. l.], v. 50, n. 11, p. 2256–2274, 2013.

PRIORI JR., Luiz. **Construção sustentável: potencialidades e desafios para o desenvolvimento sustentável na construção civil**. Recife.

PRIORI JR., Luiz; REGO SILVA, José Jeferson. Sustainable management as an effective solution for the improvement of working conditions on building sites in the state of Pernambuco – Brazil. **World Sustainable Building Conference**, [s. l.], v. SB 11, 2011.

PUSHKAR, S.; BECKER, R.; KATZ, A. A methodology for design of environmentally optimal buildings by variable grouping. **Building and Environment**, [s. l.], v. 40, n. 8, p. 1126–1139, 2005.

PUTHUSSEY, Joseph V.; KUMAR, Rakesh; GARG, Anurag. Evaluation of recycled concrete aggregates for their suitability in construction activities: An experimental study. **Waste Management**, [s. l.], v. 60, p. 270–276, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.06.008>>

QU, Mei et al. Experts' assessment of the development of wood framed houses in China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 31, p. 100–105, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.002>>

RAJAGOPALAN, Neethi; BILEC, Melissa M.; LANDIS, Amy E. Life cycle assessment evaluation of green product labeling systems for residential construction. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 17, n. 6, p. 753–763, 2012.

RAMESH, T.; PRAKASH, Ravi; SHUKLA, K. K. Life cycle energy analysis of buildings: An overview. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 42, n. 10, p. 1592–1600, 2010.

RATANACHOTINUN, Jaran et al. A design and assessment of solar chimney of bioclimatic house wall and roof for construction in the housing market of Thailand. **Building Services Engineering Research and Technology**, [s. l.], v. 37, n. 6, p. 694–709, 2016. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0143624416647761>>

RAUT, Ashwin Narendra; GOMEZ, Christy Pathrose. Thermal and mechanical performance of oil palm fiber reinforced mortar utilizing palm oil fly ash as a complementary binder. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 126, p. 476–483, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.034>>

REZA, Bahareh et al. Resources , Conservation and Recycling Environmental and economic aspects of production and utilization of RDF as alternative fuel in cement plants : A case study of Metro Vancouver Waste Management. [s. l.], v. 81, p. 105–114, 2013.

REZA, Bahareh; SADIQ, Rehan; HEWAGE, Kasun. Sustainability assessment of flooring systems in the city of Tehran: An AHP-based life cycle analysis. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 2053–2066, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.041>>

RICHARD, Michael J.; KASSABIAN, Paul E.; SCHULZE-EHRING, Holger S. Bamboo active school: structural design and material testing. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings**, [s. l.], v. 170, n. 4, p. 275–283, 2017. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jstbu.16.00070>>

RILEY, Benjamin. The state of the art of living walls: Lessons learned. **Building and Environment**, [s. l.], v. 114, p. 219–232, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.016>>

ROBINSON, William G.; CHAN, Paul W.; LAU, Thomas. Sensors and sensibility: examining the role of technological features in servitizing construction towards greater sustainability. **Construction Management and Economics**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 4–20, 2016.

ROQUE, Eduardo; SANTOS, Paulo. The Effectiveness of Thermal Insulation in Lightweight Steel-Framed Walls with Respect to Its Position. **Buildings**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 13, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2075-5309/7/1/13>>

ROZENFELD, Henrique et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria do Processo**. 1. ed. São Paulo.

RUSSELL-SMITH, Sarah V. et al. Impact of progressive sustainable target value assessment on building design decisions. **Building and Environment**, [s. l.], v. 85, p. 52–60, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.11.011>>

S. AL-JABRI, KHALIFA; HAGO, A. W.; BAAWAIN, M.; STHAPIT, G. Properties of Soil-Cement Blocks Manufactured Using Produced Water From Oil Fields: a Preliminary Investigation. **International Journal of GEOMATE**, [s. l.], v. 13, n. 35, p. 66–72, 2017. Disponível em: <<http://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/66-72-6671-Aljabri-July-2017-35-g1.pdf>>

SABAI, M. M. et al. Concrete block production from construction and demolition waste in Tanzania. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 72, p. 9–19, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.12.003>>

SÁEZ, Paola Villoria et al. Assessing the accumulation of construction waste generation during residential building construction works. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 93, n. 2014, p. 67–74, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.10.004>>

SAJWANI, ABEER; NIELSEN, Y. the Application of the Environmental Management System At the Aluminum Industry in Uae. **International Journal of GEOMATE**, [s. l.], v. 12, n. 30, p. 1–10, 2017. Disponível em: <<http://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/1-10-80102-Abeer-Feb-2017.pdf>>

SALCIDO, Juan C.; RAHEEM, Adeeba Abdul; RAVI, Srinivasan. Comparison of embodied energy and environmental impact of alternative materials used in reticulated dome construction. **Building and Environment**, [s. l.], v. 96, p. 22–34, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.010>>

SALDANHA, Rodrigo Beck; CONSOLI, Nilo Cesar; PH, D. Accelerated Mix Design of Lime Stabilized Materials. **Journal of Materials in Civil Engineering**, [s. l.], p. 1–8, 2016.

SALMAN, Muhammad et al. Construction Materials from Stainless Steel Slags: Technical Aspects, Environmental Benefits, and Economic Opportunities. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 854–866, 2016.

SALZER, Corinna et al. Environmental performance of social housing in emerging economies: life cycle assessment of conventional and alternative construction methods in the Philippines. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 22, n. 11, p. 1785–1801, 2017.

SAMANI, Pouya et al. A sustainability assessment of advanced materials for novel housing solutions. **Building and Environment**, [s. l.], v. 92, p. 182–191, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.012>>

SANJUAN-DELMÁS, David et al. Environmental and geometric optimisation of cylindrical drinking water storage tanks. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 20, n. 12, p. 1612–1624, 2015.

SARKIS, Joseph; MEADE, Laura M.; PRESLEY, Adrien R. Incorporating sustainability into contractor evaluation and team formation in the built environment. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 31, p. 40–53, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.029>>

[Digite aqui]

SATISH, B. K.; BRENNAN, John; PEDRESCHI, Remo. Influence of affluence on sustainable housing in Mysore, India. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 164, n. 4, p. 249–260, 2011. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.2011.164.4.249>>

SCHMIDT, Jan-Simon; OSEBOLD, Rainard. Environmental management systems as a driver for sustainability: state of implementation, benefits and barriers in German construction companies. **Journal of Civil Engineering and Management**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 150–162, 2017. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3846/13923730.2014.946441>>

SEDLÁKOVÁ, Anna; VILČEKOVÁ, Silvia; KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, Eva. Analysis of material solutions for design of construction details of foundation, wall and floor for energy and environmental impacts. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 1323–1332, 2015.

SENARATNE, Sepani et al. The costs and benefits of combining recycled aggregate with steel fibres as a sustainable, structural material. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 112, p. 2318–2327, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.041>>

SESANA, Marta Maria; SALVALAI, Graziano. Overview on life cycle methodologies and economic feasibility for ZEBs. **Building and Environment**, [s. l.], v. 67, p. 211–216, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.05.022>>

SEURING, Stefan; MÜLLER, Martin. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 16, n. 15, p. 1699–1710, 2008.

SEV, Aysin. How can the construction industry contribute to sustainable development? A conceptual framework. **Sustainable Development**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 161–173, 2009.

SEYIS, Senem; ERGEN, Esin. A decision making support tool for selecting green building certification credits based on project delivery attributes. **Building and Environment**, [s. l.], v. 126, p. 107–118, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.028>>

SHAO, Jizhong; CHEN, Huixian; ZHU, Ting. Solar energy block-based residential construction for rural areas in the West of China. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 4, 2016.

SHEN, Li yin; TAM, Vivian Wing yan; LI, Chao yang. Benefit analysis on replacing in situ concreting with precast slabs for temporary construction works in pursuing sustainable construction practice. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 53, n. 3, p. 145–148, 2009.

SHI, Qian et al. Identifying the critical factors for green construction - An empirical study in China. **Habitat International**, [s. l.], v. 40, p. 1–8, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.01.003>>

SHI, Qian et al. Objective conflicts in green buildings projects: A critical analysis. **Building and Environment**, [s. l.], v. 96, p. 107–117, 2016. Disponível em:

[Digite aqui]

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.016>>

SHRIVASTAVA, Sandeep; CHINI, Abdol. Contractor Energy Information System: Energy-Savings Tool for Building Construction. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 04015048, 2016. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000412>>

SIERRA-PÉREZ, Jorge et al. Environmental implications of the use of agglomerated cork as thermal insulation in buildings. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 126, p. 97–107, 2016.

SINDUSGESSO. **GOVERNO PROMOVE FÓRUM PARA DEBATER DESENVOLVIMENTO DO POLO GESSEIRO DO ARARIPE**. 2017. Disponível em: <Fórum de Desenvolvimento do Polo Gesso do Araripe>. Acesso em: 1 nov. 2018.

SOLÍS-GUZMÁN, Jaime; MARRERO, Madelyn; RAMÍREZ-DE-ARELLANO, Antonio. Methodology for determining the ecological footprint of the construction of residential buildings in Andalusia (Spain). **Ecological Indicators**, [s. l.], v. 25, p. 239–249, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.10.008>>

SON, Hyojoo et al. Prediction of government-owned building energy consumption based on an RReliefF and support vector machine model. **Journal of Civil Engineering and Management**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 748–760, 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3846/13923730.2014.893908>>

SOUSA, Luísa C. et al. Topology optimisation of masonry units from the thermal point of view using a genetic algorithm. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 25, n. 5, p. 2254–2262, 2011.

SOUTSOS, Marios N.; TANG, Kangkang; MILLARD, Stephen G. Use of recycled demolition aggregate in precast products, phase II: Concrete paving blocks. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 3131–3143, 2011. a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.12.024>>

SOUTSOS, Marios N.; TANG, Kangkang; MILLARD, Stephen G. Concrete building blocks made with recycled demolition aggregate. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 726–735, 2011. b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.07.014>>

SOUTSOS, Marios N.; TANG, Kangkang; MILLARD, Stephen G. The use of recycled demolition aggregate in precast concrete products - Phase III: Concrete pavement flags. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 36, p. 674–680, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.06.045>>

SRINIVASAN, Ravi S. et al. Re(De)fining Net Zero Energy: Renewable Energy Balance in environmental building design. **Building and Environment**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 300–315, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.010>>

SROUR, Issam; CHONG, Wai Kiong; ZHANG, Fan. Sustainable recycling approach: An understanding of designers' and contractors' recycling responsibilities throughout the life

[Digite aqui]

cycle of buildings in two US cities. **Sustainable Development**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 350–360, 2012.

STURM, Thomas; RAMOS, Luís F.; LOURENÇO, Paulo B. Characterization of dry-stack interlocking compressed earth blocks. **Materials and Structures/Materiaux et Constructions**, [s. l.], v. 48, n. 9, p. 3059–3074, 2015.

SULLIVAN, Esther; WARD, Peter M. Sustainable housing applications and policies for low-income self-build and housing rehab. **Habitat International**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 312–323, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.10.009>>

SURESH, Abhirami; ANAND, K. B. Strength and Durability of Rammed Earth for Walling. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 06017004, 2017. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000281>>

SVAJLENKA, J.; KOZLOSKA, M. Modern Methods of Construction Based on Wood in the Context of Sustainability. **CIVIL ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SYSTEMS**, [s. l.], v. 17, n. 63, SGEM2017 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7408-29-4/ ISSN 1314-2704, p. 965–974, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5593/sgem2017H/63/S27.120%0Ahttps://sgemworld.at/sgemlib/spip.php?article11327&lang=en>>

TABASSI, Amin Akhavan et al. Leadership competences of sustainable construction project managers. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 124, p. 339–349, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.076>>

TAHA, Yassine et al. Manufacturing of ceramic products using calamine hydrometallurgical processing wastes. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 127, p. 500–510, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.056>>

TAIT, Michael W.; CHEUNG, Wai M. A comparative cradle-to-gate life cycle assessment of three concrete mix designs. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 847–860, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-016-1045-5>>

TAKANO, Atsushi; HUGHES, Mark; WINTER, Stefan. A multidisciplinary approach to sustainable building material selection: A case study in a Finnish context. **Building and Environment**, [s. l.], v. 82, p. 526–535, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.026>>

TAM, Vivian W. Y. et al. Life-cycle cost analysis of green-building implementation using timber applications. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 147, p. 458–469, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.128>>

TAM, Vivian Wing Yan; LU, Weisheng. Construction waste management profiles, practices, and performance: A cross-jurisdictional analysis in four countries. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 1–16, 2016.

TAN, Yongtao et al. An empirical study on the relationship between sustainability performance and business competitiveness of international construction contractors. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 93, p. 273–278, 2015. Disponível em:

[Digite aqui]

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.034>>

TANG, Xu et al. Evaluating extended land consumption in building life cycle to improve land conservation: A case study in Shenyang, China. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 109, p. 78–89, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.02.004>>

TAROUN, Abdulmaten. Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 101–115, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.03.004>>

TASSICKER, Nicole; RAHNAMAYIEZEKAVAT, Payam; SUTRISNA, Monty. An insight into the commercial viability of green roofs in Australia. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 8, n. 7, p. 1–25, 2016.

TATARI, Omer; KUCUKVAR, Murat. Cost premium prediction of certified green buildings: A neural network approach. **Building and Environment**, [s. l.], v. 46, n. 5, p. 1081–1086, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.11.009>>

TEHRANIZADEH, M. Passive energy dissipation device for typical steel frame building in Iran. **Engineering Structures**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 643–655, 2001.

TEO, M. M. M.; LOOSEMORE, M. The role of core protest group members in sustaining protest against controversial construction and engineering projects. **Habitat International**, [s. l.], v. 44, p. 41–49, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.04.005>>

TERRACCIANO, G. et al. Cold-formed thin-walled steel structures as vertical addition and energetic retrofitting systems of existing masonry buildings. **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, [s. l.], v. 19, n. 7, p. 850–866, 2015.

THORMARK, C. Conservation of energy and natural resources by recycling building waste. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 113–130, 2001.

TIAN, He et al. Mechanical behaviours of green hybrid fibre-reinforced cementitious composites. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 95, p. 152–163, 2015.

TIAN, He; ZHANG, Y. X. The influence of bagasse fibre and fly ash on the long-term properties of green cementitious composites. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 111, p. 237–250, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.103>>

TOLLIN, Howard M. Green building risks: It's not easy being green. **Environmental Claims Journal**, [s. l.], v. 23, n. 3–4, p. 199–213, 2011.

TOMOVSKA, Radmila; RADIVOJEVIĆ, Ana. Tracing sustainable design strategies in the example of the traditional Ohrid house. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 147, p. 10–24, 2017.

TOURÉ, Pape Moussa et al. Mechanical and hygrothermal properties of compressed stabilized earth bricks (CSEB). **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 13, n. December [Digite aqui]

2016, p. 266–271, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jobe.2017.08.012>>

TRUSSONI, M. et al. Life-cycle assessment comparison for long-span cable and truss structural systems: Case study. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 1–11, 2015.

UEDA, Minoru. A preliminary environmental assessment for the preservation and restoration of fujian Hakka tulou complexes. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 4, n. 11, p. 2803–2817, 2012.

VAN BEERS, D.; BOSSILKOV, A.; LUND, C. Development of large scale reuses of inorganic by-products in Australia: The case study of Kwinana, Western Australia. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 53, n. 7, p. 365–378, 2009.

VAN DE LINDT, J. W. et al. Application and feasibility of coal fly ash and scrap tire fiber as wood wall insulation supplements in residential buildings. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 52, n. 10, p. 1235–1240, 2008.

VAN DEN ENDE, Leonore. The Power of Rituals: A Study of Transition Rituals in the life cycle of Complex Construction Projects. [s. l.], v. 32, p. 199, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1871/53588>>

VAN THUYET, Nguyen; OGUNLANA, Stephen O.; KUMAR DEY, Prasanta. Risk management in oil and gas construction projects in Vietnam. **International Journal of Energy Sector Management**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 175–194, 2007.

VASCONCELOS, G. et al. Evaluation of the performance of recycled textile fibres in the mechanical behaviour of a gypsum and cork composite material. **Cement and Concrete Composites**, [s. l.], v. 58, p. 29–39, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.01.001>>

VEFAGO, Luiz H. Ma. Carini; AVELLANEDA, Jaume. Recycling concepts and the index of recyclability for building materials. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 72, p. 127–135, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.12.015>>

VEHBI, Beser Oktay; HOSKARA, Şebnem Önal. A model for measuring the sustainability level of historic urban quarters. **European Planning Studies**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 715–739, 2009.

VIALLE, C. et al. Environmental analysis of a domestic rainwater harvesting system: A case study in France. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 102, p. 178–184, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.07.024>>

VILEINISKIS, Marius; REMENYTE-PRESCOTT, Rasa. Quantitative risk prognostics framework based on Petri Net and Bow-Tie models. **Reliability Engineering and System Safety**, [s. l.], v. 165, p. 62–73, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2017.03.026>>

VUKOTIC, L.; FENNER, R. A.; SYMONS, K. Assessing embodied energy of building structural elements. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering**

Sustainability, [s. l.], v. 163, n. 3, p. 147–158, 2010. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.2010.163.3.147>>

VYAS, Gayatri Sachin; JHA, Kumar Neeraj. Identification of green building attributes for the development of an assessment tool: a case study in India. **Civil Engineering and Environmental Systems**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 313–334, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/10286608.2016.1247832>>

WALBERG, Dietmar. Massive versus lightweight construction in residential building. **Mauerwerk**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 26–33, 2017. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/dama.201700720>>

WALLHAGEN, Marita; MALMQVIST, Tove; ERIKSSON, Ola. Professionals' knowledge and use of environmental assessment in an architectural competition. **Building Research and Information**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 426–442, 2017.

WANG, A. J. Evolution of modern mega-buildings in China: Innovations and sustainability. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering**, [s. l.], v. 169, n. 3, p. 121–128, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84979021768&doi=10.1680%2Fjci.15.00063&partnerID=40&md5=5e17a98b752b61d2ce8ae4eab6121c1d>>

WANG, Nannan. The role of the construction industry in China's sustainable urban development. **Habitat International**, [s. l.], v. 44, p. 442–450, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.09.008>>

WEKESA, B. W.; STEYN, G. S.; OTIENO, F. A. O. The response of common building construction technologies to the urban poor and their environment. **Building and Environment**, [s. l.], v. 45, n. 10, p. 2327–2335, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.04.019>>

WERNER, Frank; RICHTER, Klaus. Wooden building products in comparative LCA: A literature review. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 12, n. 7, p. 470–479, 2007.

WEY, Wann Ming; WU, Kuei Yang. Interdependent urban renewal project selection under the consideration of resource constraints. **Environment and Planning B: Planning and Design**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 122–147, 2008.

WIERENGA, Peter C. et al. Application of the bow-tie model in medication safety risk analysis: Consecutive experience in two hospitals in the Netherlands. **Drug Safety**, [s. l.], v. 32, n. 8, p. 663–673, 2009.

WILLIAMS PORTAL, Natalie et al. Sustainable Potential of Textile-Reinforced Concrete. **Journal of Materials in Civil Engineering**, [s. l.], v. 27, n. 7, p. Content ID 04014207, 2015. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0001160](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001160)>

WINSTON, Nessa. Regeneration for sustainable communities? Barriers to implementing sustainable housing in urban areas. **Sustainable Development**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 319–330, 2010.

WOLFE, S. E.; HENDRIKS, Elizabeth. Building towards water efficiency: The influence of capacity and capability on innovation adoption in the Canadian home-building and resale industries. **Journal of Housing and the Built Environment**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 47–72, 2011.

WOLSINK, Maarten. Contested environmental policy infrastructure: Socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 302–311, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2010.01.001>>

WONG, Johnny Kwok Wai; CHAN, Jackson Kit San; WADU, Mesthrige Jayantha. Facilitating effective green procurement in construction projects: An empirical study of the enablers. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 135, p. 859–871, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.001>>

WU, Huijun J. et al. Life cycle energy consumption and CO2 emission of an office building in China. **International Journal of Life Cycle Assessment**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 105–118, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11367-011-0342-2>>

WU, Peng; LOW, Sui Pheng; JIN, Xiaohua. Identification of non-value adding (NVA) activities in precast concrete installation sites to achieve low-carbon installation. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 81, p. 60–70, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.09.013>>

WU, Wei; ISSA, Raja R. A. BIM Execution Planning in Green Building Projects: LEED as a Use Case. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. A4014007, 2015. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29ME.1943-5479.0000314>>

XIAO, Y.; YANG, R. Z.; SHAN, B. Production, environmental impact and mechanical properties of glubam. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 44, p. 765–773, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.03.087>>

XIE, Hongjie; CLEMENTS-CROOME, Derek; WANG, Qiankun. Move beyond green building: A focus on healthy, comfortable, sustainable and aesthetical architecture. **Intelligent Buildings International**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 88–96, 2017.

XIE, Jian He et al. Compressive and flexural behaviours of a new steel-fibre-reinforced recycled aggregate concrete with crumb rubber. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 79, p. 263–272, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.01.036>>

XIONG, Ming Xiang; XIONG, De Xin; LIEW, J. Y. Richar. Flexural performance of concrete filled tubes with high tensile steel and ultra-high strength concrete. **Journal of Constructional Steel Research**, [s. l.], v. 132, p. 191–202, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcsr.2017.01.017>>

YAN, Fang et al. Fuzzy Bayesian Network-Bow-Tie Analysis of Gas Leakage during Biomass Gasification. **PloS one**, [s. l.], v. 11, n. 7, p. e0160045, 2016.

YAN, Min-Ren. Project-Based Market Competition and Policy Implications for Sustainable

[Digite aqui]

Developments in Building and Construction Sectors. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 7, n. 12, p. 15423–15448, 2015. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/7/11/15423>>

YANG, Chih Hao; LEE, Kuen Chang; CHEN, Hui Chiao. Incorporating carbon footprint with activity-based costing constraints into sustainable public transport infrastructure project decisions. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 133, p. 1154–1166, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.014>>

YANG, Jian; DU, Qiang; BAO, Yiwang. Concrete with recycled concrete aggregate and crushed clay bricks. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 1935–1945, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.063>>

YEO, Donghun; ASCE, M.; POTRA, Florian A. Sustainable Design of Reinforced Concrete Structures through CO₂ Emission Optimization. **Journal of Structural Engineering**, [s. l.], p. 1–7, 2015.

YI, Hwang et al. An ecological understanding of net-zero energy building: Evaluation of sustainability based on emergy theory. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 143, p. 654–671, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.059>>

YILMAZ, Mustafa; BAKIŞ, Adem. Sustainability in Construction Sector. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 195, p. 2253–2262, 2015. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S187704281503791X>>

YU, Ann T. W. et al. Impact of Construction Waste Disposal Charging Scheme on work practices at construction sites in Hong Kong. **Waste Management**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 138–146, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.023>>

ZACCO, A. et al. Use of colloidal silica to obtain a new inert from municipal solid waste incinerator (MSWI) fly ash: First results about reuse. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 291–297, 2012.

ZEA ESCAMILLA, E.; HABERT, G. Global or local construction materials for post-disaster reconstruction? Sustainability assessment of 20 post-disaster shelter designs. **Building and Environment**, [s. l.], v. 4, p. 308–314, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.05.036>>

ZEA ESCAMILLA, E.; HABERT, G.; WOHLMUTH, E. When CO₂ counts: Sustainability assessment of industrialized bamboo as an alternative for social housing programs in the Philippines. **Building and Environment**, [s. l.], v. 103, p. 44–53, 2016. a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.003>>

ZEA ESCAMILLA, E.; HABERT, G.; WOHLMUTH, E. When CO₂ counts: Sustainability assessment of industrialized bamboo as an alternative for social housing programs in the Philippines. **Building and Environment**, [s. l.], v. 103, p. 44–53, 2016. b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.003>>

ZEA ESCAMILLA, Edwin; HABERT, G. Environmental impacts of bamboo-based construction materials representing global production diversity. **Journal of Cleaner**

Production, [s. l.], v. 69, p. 117–127, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.067>>

ZENG, Jiahao; AN, Min; SMITH, Nigel John. Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 25, n. 6, p. 589–600, 2007.

ZHANG, C. Delivering sustainable bridges to help tackle climate change. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 163, n. June ES2, p. 77–87, 2010. Disponível em: <<http://www.icevirtuallibrary.com/content/article/10.1680/ensu.2010.163.2.57>>

ZHANG, L.; EL-GOHARY, NM. Discovering Stakeholder Values for Axiology-Based Value Analysis of Building Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], v. 142, n. March, p. 1–12, 2016. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000781](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000781)>

ZHANG, Xiaocun; WANG, Fenglai. Hybrid input-output analysis for life-cycle energy consumption and carbon emissions of China's building sector. **Building and Environment**, [s. l.], v. 104, p. 188–197, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.05.018>>

ZHANG, Xiaoling et al. Barriers to implement extensive green roof systems: A Hong Kong study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 314–319, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.157>>

ZHANG, Xiaoling; SHEN, Liyin; WU, Yuzhe. Green strategy for gaining competitive advantage in housing development: A China study. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 19, n. 2–3, p. 157–167, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.08.005>>

ZHANG, Xiaoling; WU, Yuzhe; SHEN, Liyin. Embedding “green” in project-based organizations: The way ahead in the construction industry? **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 107, p. 420–427, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.024>>

ZHAO, Peng et al. Material characteristics of ancient Chinese lime binder and experimental reproductions with organic admixtures. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 84, p. 477–488, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.03.065>>

ZHONG, Y.; LING, F.Y.; WU, P. Using Multiple Attribute Value Technique for the Selection of Structural Frame Material to Achieve Sustainability and Constructability. **Journal of construction engineering and management**, [s. l.], v. 143, n. March, p. 1–12, 2017. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000781](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000781)>

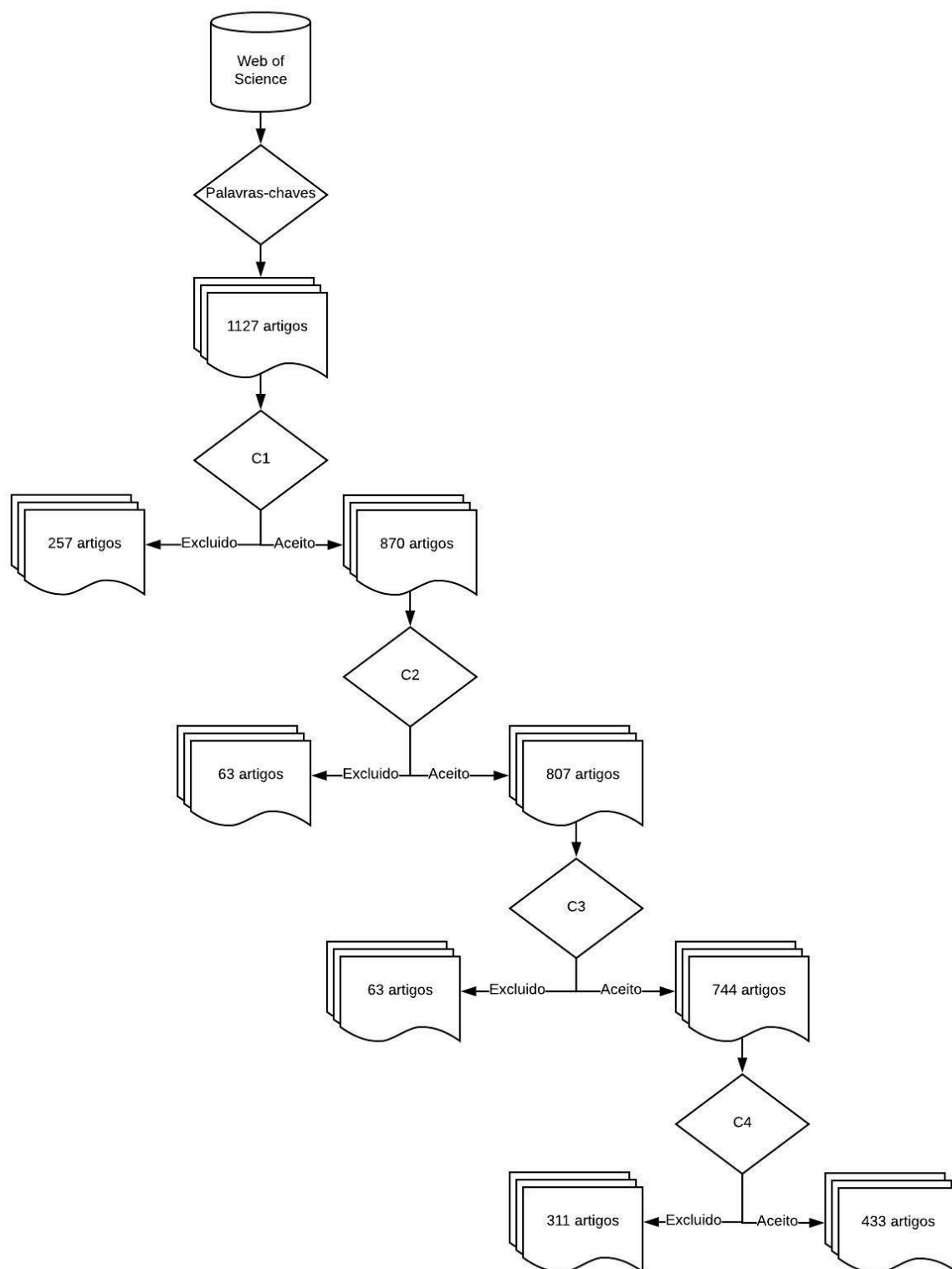
ZHONG, Yun; WU, Peng. Economic sustainability, environmental sustainability and constructability indicators related to concrete- and steel-projects. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 108, p. 1–9, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.095>>

ZOU, Patrick X. W.; ZHANG, Guomin; WANG, Jiayuan. Understanding the key risks in construction projects in China. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 25, n. 6, p. 601–614, 2007.

ZYGOMALAS, Iordanis; BANIOTOPOULOS, Charalambos. Environmental impact assessment of end-of-life scenarios for steel buildings. **European Journal of Environmental and Civil Engineering**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 301–313, 2016.

APÊNDICE

[Digite aqui]

APÊNDICE A - MÉTODO DE FILTRAGEM DA RSL

[Digite aqui]

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTA

- Pra você, o que é e como tem sido aplicada a sustentabilidade na construção civil. Em quais áreas é mais nítida a aplicação de técnicas sustentáveis.
- Quais são as principais razões que motivam hoje em dia, a sustentabilidade na construção civil? (Mercado, legislação, etc.?)
- Quais as principais mudanças no setor da construção sustentável ao longo dos últimos anos?
- Apesar do crescimento da área, quais os principais desafios e problemas encontrados durante o planejamento de uma obra sustentável?
- Quais os principais riscos (ameaças e oportunidades) envolvidos com a etapa de planejamento de uma obra de construção sustentável? Estão mais ligadas a que área? (materiais, gestão, tecnologias, entre outros)
- Levando em conta a probabilidade de ocorrência e o grau de impacto, quais desses riscos que foram citados, podem ser considerados os mais “graves”, ou seja, que mais afetam os objetivos do projeto.
 - Principais causas desses riscos;
 - Caso essas causas ocorram, o que pode ser feito para evitar que o evento (o risco) ocorra?
 - Principais consequências de cada risco;
 - Formas de mitigação do risco, ou seja, caso eles ocorram, como eliminar ou minimizar seus impactos?
- Quais os principais requisitos ou cuidados, um projeto de construção sustentável precisa ter para que se atinjam seus objetivos.

APÊNDICE C - DISTRIBUIÇÃO DOS ARTIGOS POR PERIÓDICO

Journal	Publicações	%	Referências
Building and Environment	56	12,93	(ALNASER; FLANAGAN, 2007; ALSHAMRANI; GALAL; ALKASS, 2014; ALTHERR; GAY, 2002; ALTOMONTE; SCHIAVON, 2013; ANNA-MARIA, 2009; ASDRUBALI et al., 2015; BAGLIVO; CONGEDO; FAZIO, 2014; BALASBANEH; BIN MARSONO, 2017; BALL, 2002; BANIAS et al., 2010; BREJNROD et al., 2017; CANIATO et al., 2017; CHANG; CHOU, 2010; COHEN; PEARLMUTTER; SCHWARTZ, 2017; COIMBRA; ALMEIDA, 2013; COLLET et al., 2006; DARKO et al., 2017a; EL SHENAWY; ZMEUREANU, 2013; ERLANDSSON; LEVIN, 2004; FUCIC et al., 2011; GERILLA; TEKNOMO; HOKAO, 2007; GERVÁSIO et al., 2014; GÖÇER; HUA; GÖÇER, 2015; GONZÁLEZ; GARCÍA NAVARRO, 2006; GOTO et al., 2016; IOANNIDOU; ZERBI; HABERT, 2014; ISIK; TULBENTCI, 2008; JOHNSTONE, 2001; KAYELLO et al., 2017; KORONEOS; DOMPROS, 2007; MARICA; CETEAN; LAZAROIU, 2008; MATEUS et al., 2013; MEQUIGNON; AIT HADDOU, 2013; ONAT; KUCUKVAR; TATARI, 2014a; ORDÓÑEZ; MODI, 2011; ORTIZ et al., 2009; PAJCHROWSKI et al., 2014; PERIS MORA, 2007; PETTIT et al., 2017; POLAT; OLGUN, 2004; PONS; AGUADO, 2012; PUSHKAR; BECKER; KATZ, 2005; RILEY, 2017; RUSSELL-SMITH et al., 2015; SALCIDO; RAHEEM; RAVI, 2016; SAMANI et al., 2015; SESANA; SALVALAI, 2013; SEYIS; ERGEN, 2017; SHI et al., 2016; SRINIVASAN et al., 2012; TAKANO; HUGHES; WINTER, 2014; TATARI; KUCUKVAR, 2011; WEKESA; STEYN; OTIENO, 2010; ZEA ESCAMILLA; HABERT, 2015; ZEA ESCAMILLA; HABERT; WOHLMUTH, 2016a; ZHANG; WANG, 2016)
Journal of Cleaner Production	45	10,39	(AFSHARI; ISSA; RADWAN, 2016; ALWAN; JONES; HOLGATE, 2017; ASLAM et al., 2016; CAMARA et al., 2016; CAO et al., 2015; CHANG et al., 2016; CHIANG et al., 2015; CHOI et al., 2016; COELHO, 2016; COOK et al., 2012; DARKO et al., 2017b; DING; WANG; ZOU, 2016; ESPINOZA; BUEHLMANN; SMITH, 2012; FERRÁNDEZ-GARCÍA; IBÁÑEZ-FORÉS; BOVEA, 2016; FERREIRO-CABELLO et al., 2016; FRAILE-GARCIA et al., 2017; GIAMA; PAPADOPOULOS, 2015; HERAVI; FATHI; FAEGHI, 2015, 2017;

[Digite aqui]

			JOCHEM; JANZEN; WEIMAR, 2016; KAMALI; HEWAGE, 2017; KOVACIC; SUMMER; ACHAMMER, 2015; KOVACIC; WALTENBEREGER; GOURLIS, 2016; LAGUARDA MALLO; ESPINOZA, 2015; LAI; LIU; GEORGIEV, 2016; LIU; TIAN; CHEN, 2014; MOTUZIENE et al., 2016; NOVAIS; SEABRA; LABRINCHA, 2015; OH; CHOI; PARK, 2017; QU et al., 2012; SARKIS; MEADE; PRESLEY, 2012; SENARATNE et al., 2016; SIERRA-PÉREZ et al., 2016; TABASSI et al., 2016; TAHA et al., 2016; TAM et al., 2017; TAN et al., 2015; TOMOVSKA; RADIVOJEVIĆ, 2017; WONG; CHAN; WADU, 2016; YANG; LEE; CHEN, 2016; YI et al., 2017; ZEA ESCAMILLA; HABERT, 2014; ZHANG; SHEN; WU, 2011; ZHANG; WU; SHEN, 2015; ZHONG; WU, 2015)
Construction and Building Materials	31	7,16	(AOUBA et al., 2016; ARSLAN; EMIROĞLU; YALAMA, 2017b; AYDIN, 2016; BIN MARSONO; BALASBANEH, 2015; BOURDOT et al., 2016; CHEN et al., 2014; CORINALDESI; MORICONI, 2009; CUADRADO et al., 2015; GARG; JAIN, 2010; HASSAN; BELIVEAU, 2007; JAYASINGHE; FONSEKA; ABEYGUNAWARDHENE, 2016; JIMÉNEZ et al., 2012; KARIYAWASAM; JAYASINGHE, 2016; KAZMI et al., 2016; LANEYRIE et al., 2016; LIMBACHIYA; MEDDAH; OUCHAGOUR, 2012; MAHDAVI; CLOUSTON; ARWADE, 2012; MILLER; DOH; MULVEY, 2015; MOHAMAD NIDZAM; NORSALISMA; KINUTHIA, 2016; RAUT; GOMEZ, 2016; REZA; SADIQ; HEWAGE, 2011; SOUSA et al., 2011; SOUTSOS; TANG; MILLARD, 2011b, 2011a, 2012; TIAN et al., 2015; TIAN; ZHANG, 2016; XIAO; YANG; SHAN, 2013; XIE et al., 2015; YANG; DU; BAO, 2011; ZHAO et al., 2015)
Resources Conservation and Recycling	30	6,93	(BROWN; BURANAKARN, 2003; CHONG; HERMRECK, 2010; CHUNG; LO, 2003; DA ROCHA; SATTLER, 2009; DIMOUDI; TOMPA, 2008; EMERY et al., 2007; FARRENY; GABARRELL; RIERADEVALL, 2011; GANGOLELLS et al., 2014; GUO et al., 2010; HEMSTRÖM; MAHAPATRA; GUSTAVSSON, 2011; HU et al., 2010; HUANG; HAN; CHEN, 2017; KLANG; VIKMAN; BRATTEBØ, 2003; LACHIMPADI et al., 2012; LI et al., 2013, 2015; LI; SHEN; ALSHAWI, 2014; LUKMAN; TIWARY; AZAPAGIC, 2009; MARRERO et al., 2017; ORTIZ et al., 2010; OYEDELE; AJAYI; KADIRI, 2014; SABAI et al., 2013; SÁEZ et al., 2014; SHEN; TAM; LI, 2009; TANG et al., 2016; VAN BEERS;

[Digite aqui]

			BOSSILKOV; LUND, 2009; VAN DE LINDT et al., 2008; VEFAGO; AVELLANEDA, 2013; VIALLE et al., 2015; WU; LOW; JIN, 2013)
International Journal of Life Cycle Assessment	27	6,36	(ARVIZU-PIÑA; CUCHÍ BURGOS, 2017; BHOCHHIBHOYA et al., 2017; BLANCK; CUISINIER; MASROURI, 2016; BLENGINI; DI CARLO, 2010; CARLISLE; FRIEDLANDER, 2016; CHOMKHAMSRI; MUNGCHAROEN; YUVANIYAMA, 2017; CHONG; WANG, 2017; DU et al., 2014; DUFFY, 2009; FLOWER; SANJAYAN, 2007; GONZÁLEZ-GARCÍA et al., 2009; KOFOWOROLA; GHEEWALA, 2008; LARREA-GALLEGOS; VÁZQUEZ-ROWE; GALLICE, 2017; LEWANDOWSKA et al., 2015; MAXINEASA et al., 2015; MENNA et al., 2013; NAPOLANO et al., 2015; NOH et al., 2014; ONAT; KUCUKVAR; TATARI, 2014b; PASSER et al., 2015; PASSER; KREINER; MAYDL, 2012; RAJAGOPALAN; BILEC; LANDIS, 2012; SALZER et al., 2017; SANJUAN-DELMÁS et al., 2015; TAIT; CHEUNG, 2016; WERNER; RICHTER, 2007; WU et al., 2012)
Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Engineering Sustainability	16	3,70	(ABDUL-RAHMAN et al., 2016; ACREMAN et al., 2009; CLARKE, 2010; DAIGLE; HALL; MACDOUGALL, 2011; DAKWALE; RALEGAONKAR, 2016; DE WOLF et al., 2016; FINK; STULZ, 2012; HOLLOWAY; PARRISH, 2015; HUGHES et al., 2009; NAMINI et al., 2014; OTI; KINUTHIA; BAI, 2008, 2009; POLLINGTON, 2008; SATISH; BRENNAN; PEDRESCHI, 2011; VUKOTIC; FENNER; SYMONS, 2010; ZHANG, 2010)
Habitat International	14	3,23	(CHEN; GANESAN; JIA, 2005; GARDEZI et al., 2016; HAMILTON-MACLAREN; LOVEDAY; MOURSHED, 2013; HSIEH, 2009; KIBWAMI; TUTESIGENSI, 2016; KIM, 2011; LEE et al., 2016; LI et al., 2016; LIU et al., 2014; NG; SKITMORE; CHEUNG, 2013; SHI et al., 2013; SULLIVAN; WARD, 2012; TEO; LOOSEMORE, 2014; WANG, 2014)
Sustainability	14	3,23	(ALBATI et al., 2016; ASIF, 2016; BAEK et al., 2016; FOSTER et al., 2016; HAGBERT; MANGOLD; FEMENÍAS, 2013; JANG; KIM; CHAE, 2016; KIM; CHAE, 2016; KUCUKVAR; EGILMEZ; TATARI, 2016; LEHMANN, 2011; PONS; DE LA FUENTE;

[Digite aqui]

			AGUADO, 2016; SHAO; CHEN; ZHU, 2016; TASSICKER; RAHNAMAYIEZEKAVAT; SUTRISNA, 2016; UEDA, 2012; YAN, 2015)
Automation in Construction	11	2,54	(ABDUL-RAHMAN; WANG; ENG, 2011; CHEN; NGUYEN, 2017; CHEN; OKUDAN; RILEY, 2010; EL-DIRABY; KRIJNEN; PAPAGELIS, 2017; FERNANDEZ-CENICEROS et al., 2013; ILHAN; YAMAN, 2016; KARATAS; EL-RAYES, 2015; KIM et al., 2015; LI; ZHANG, 2013; LU et al., 2017; OTI et al., 2016)
Journal of Architectural Engineering	10	2,31	(AHUJA; MOSALAM; ZOHDI, 2015; AL-JEBOURI et al., 2017; ALHASHMI et al., 2017; ANINTHANENI; DHAKAL, 2018; ATTALLAH et al., 2017; CHOKOR et al., 2016; HOSSAIN; GENCTURK, 2015; NGUYEN; TOROGHI; JACOBS, 2016; SURESH; ANAND, 2017; TRUSSONI et al., 2015)
Clean Technologies and Environmental Policy	8	1,85	(AL-NASSAR et al., 2016; CHONG; WANG, 2016; ESTOKOVA; PORHINCAK, 2015; FERNANDEZ et al., 2014; HOSSAINI; HEWAGE; SADIQ, 2015; MILUTIENE et al., 2012; SEDLÁKOVÁ; VILČEKOVÁ; KRÍDLOVÁ BURDOVÁ, 2015; ZACCO et al., 2012)
Materials	8	1,85	(BOUASKER et al., 2014; BUI; MOREL, 2015; DE SCHEPPER et al., 2014; DEL REY et al., 2016; DÍAZ-GARCÍA; MARTÍNEZ-GARCÍA; COTES-PALOMINO, 2017; GALAN-MARIN; RIVERA-GOMEZ; GARCIA-MARTINEZ, 2016; KANADASAN; RAZAK, 2015; MENDIVIL-ESCALANTE et al., 2017)
Journal of Management in Engineering	7	1,62	(AKTAS; OZORHON, 2015; CHO; YOON, 2016; INYIM; RIVERA; ZHU, 2015; INYIM; ZHU; ORABI, 2016; PAPAJOHN; BRINKER; EL ASMAR, 2017; SHRIVASTAVA; CHINI, 2016; WU; ISSA, 2015)
Buildings	6	1,38	(ALRASHED; ASIF; BUREK, 2017; CASTALDO et al., 2017; CROMWIJK et al., 2017; FREGONARA et al., 2017; KHAN; ASIF; STACH, 2017; ROQUE; SANTOS, 2017)
Engineering Structures	6	1,38	(EL-NABOUCHE et al., 2017; FIORINO; MACILLO; LANDOLFO, 2017; FRAILE-GARCIA et al., 2016; LOSS; DAVISON, 2017; MOON, 2010; TEHRANIZADEH, 2001)
Environmental Impact Assessment	6	1,38	(ALBA-RODRÍGUEZ et al., 2017; CASTRO; MATEUS; BRAGANÇA, 2017a; FRAILE-

[Digite aqui]

Review			GARCIA et al., 2015; KIM et al., 2017; PARDO-BOSCH; AGUADO, 2016; WOLSINK, 2010)
Journal of Building Engineering	6	1,38	(AWADH, 2017b; CORNARO et al., 2017; D'ALESSANDRO et al., 2017; ELBELTAGI et al., 2017; NAJJAR et al., 2017; TOURÉ et al., 2017)
Canadian Journal of Civil Engineering	5	1,15	(ALSHAMRANI, 2016; CUDDIHY; KENNEDY; BYER, 2005; DASGUPTA; TAM, 2005; DONG; KENNEDY; PRESSNAIL, 2005; EL-DIRABY; ABDULHAI; PRAMOD, 2005)
Civil Engineering and Environmental Systems	5	1,15	(CUADRADO et al., 2016; GU et al., 2009; HÄKKINEN, 2007; SVAJLENKA; KOZLOSKA, 2017; VYAS; JHA, 2016)
Journal of civil Engineering and Management	5	1,15	(CHEN; JUAN; HSU, 2017; IGNATIUS et al., 2016; OZCAN-DENIZ; ZHU, 2015; SCHMIDT; OSEBOLD, 2017; SON et al., 2015)
Journal of Construction Engineering and Management	5	1,15	(ARROYO; TOMMELEIN; BALLARD, 2016; CHIANG et al., 2016; KARATAS; EL-RAYES, 2014; ZHANG; EL-GOHARY, 2016; ZHONG, Y.; LING, F.Y.; WU, 2017)
Journal of Industrial Ecology	5	1,15	(ALONSO-SANTURDE et al., 2010; HU; VAN DER VOET; HUPPES, 2010; IRLAND, 2007; KUA; MAGHIMAI, 2017; SALMAN et al., 2016)
Mauerwerk	5	1,15	(HARTMANN; JÄGER, 2017; KREFT, 2017; LIEBLANG et al., 2017; POHL; GRAUBNER, 2017; WALBERG, 2017)
Revista de la Construcción	5	1,15	(CARABAÑO et al., 2017; DEL RÍO MERINO et al., 2017; GONÇALVES DE LASSIO; NAKED HADDAD, 2016; GONZALEZ STUMPF et al., 2014; LEITE; SOUSA, 2013)
Sustainable Development	5	1,15	(HALL; PURCHASE, 2006; HWANG; TAN, 2012; SEV, 2009; SROUR; CHONG; ZHANG, 2012; WINSTON, 2010)
Waste Management	5	1,15	(GODINHO-CASTRO et al., 2012; MARTÍNEZ LAGE et al., 2010; ORTIZ; PASQUALINO; CASTELLS, 2010; PUTHUSSERY; KUMAR; GARG, 2017; YU et al.,

[Digite aqui]

			2013)
Built Environment Project and Asset Management	4	0,92	(ALWAN; GLEDSON, 2015; GOH, 2016; MANEWA et al., 2016; OZCAN DENIZ, 2017)
Ecological indicators	4	0,92	(HABERT et al., 2012; LASVAUX et al., 2016; MARTÍNEZ-ROCAMORA; SOLÍS-GUZMÁN; MARRERO, 2016; SOLÍS-GUZMÁN; MARRERO; RAMÍREZ-DE-ARELLANO, 2013)
Indoor and built environment	4	0,92	(KIM; SCHAEFER; KIM, 2013; KIM; YU, 2014; LEE et al., 2013; MAVROGIANNI; MUMOVIC, 2010)
Journal of materials in civil engineering	4	0,92	(ABDULLA, 2015; ELCHALAKANI; BASARIR; KARRECH, 2017; SALDANHA; CONSOLI; PH, 2016; WILLIAMS PORTAL et al., 2015)
Cement & concrete composites	3	0,69	(HABERT; ROUSSEL, 2009; HUNGER et al., 2009; VASCONCELOS et al., 2015)
Environmental progress & sustainable energy	3	0,69	(ABEYSUNDARA; BABEL, 2010; ONDOVA, M.; ESTOKOVA, 2016; PETRILLO et al., 2016)
International journal of building pathology and adaptation	3	0,69	(ABOSHIA et al., 2017; CHEW; CONEJOS; LAW, 2017; FIELDSON, 2017)
International journal of geomate	3	0,69	(AL IMRAN, MD.; NAKASHIMA, K.; KAWASAKI, 2017; S. AL-JABRI, KHALIFA; HAGO, A. W.; BAAWAIN, M.; STHAPIT, 2017; SAJWANI, ABEER; NIELSEN, 2017)
Journal of environmental management	3	0,69	(DING, 2008; MAYER-PINTO et al., 2017; NOH et al., 2015)
Journal of housing and the built environment	3	0,69	(HAGBERT; FEMENÍAS, 2016; HORNE; HAYLES, 2008; WOLFE; HENDRIKS, 2011)
Practice periodical on structural design	3	0,69	(DARWISH, 2017; KARAKHAN; GAMBATESE, 2017; MOHAMMADI; ASCE; LING,

[Digite aqui]

and construction			2017)
Proceedings of the institution of civil engineers-construction materials	3	0,69	(BARRITT, 2016; DETTENBORN; FORSMAN; KORKIALA-TANTTU, 2017; HASSAN; REID; AL-KUWARI, 2016)
Proceedings of the institution of civil engineers-waste and resource management	3	0,69	(ADAMS et al., 2017; CHONG et al., 2017; NADEEM et al., 2017)
Building research and information	2	0,46	(GOULDEN et al., 2017; WALLHAGEN; MALMQVIST; ERIKSSON, 2017)
Building services engineering research & technology	2	0,46	(ILHA; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2009; RATANACHOTINUN et al., 2016)
Composites part b-engineering	2	0,46	(CORRADI et al., 2017; FAGONE; LOCCARINI; RANOCCHIALI, 2017)
Construction management and economics	2	0,46	(GOTTSCHE; KELLY; TAGGART, 2016; ROBINSON; CHAN; LAU, 2016)
Current opinion in environmental sustainability	2	0,46	(CABEZA et al., 2013; HOWDEN-CHAPMAN; CHAPMAN, 2012)
Environmental science & technology	2	0,46	(FISHMAN; SCHANDL; TANIKAWA, 2016; HASIK et al., 2017)
European journal of environmental and civil engineering	2	0,46	(TERRACCIANO et al., 2015; ZYGOMALAS; BANIOTOPOULOS, 2016)
Housing studies	2	0,46	(CRABTREE; HES, 2009; HU; GEERTMAN; HOOIMEIJER, 2014b)
Intelligent buildings international	2	0,46	(FARID; ZAGLOUL; DEWIDAR, 2017; XIE; CLEMENTS-CROOME; WANG, 2017)
Journal of structural engineering	2	0,46	(NIANG; ROY; TAGNIT-HAMOU, 2015; YEO; ASCE; POTRA, 2015)
Materials and structures	2	0,46	(CHABANNES; NOZAHIC; AMZIANE, 2015; STURM; RAMOS; LOURENÇO, 2015)

[Digite aqui]

Proceedings of the institution of civil engineers-civil engineering	2	0,46	(ARNOLD et al., 2011; WANG, 2016)
Proceedings of the institution of civil engineers-municipal engineer	2	0,46	(AFACAN, 2015; OMOREGIE; ENGLISH, 2017)
Proceedings of the institution of civil engineers-structures and buildings	2	0,46	(LORENZO et al., 2017; RICHARD; KASSABIAN; SCHULZE-EHRING, 2017)
Sustainability Science	2	0,46	(ALYAMI; REZGUI; KWAN, 2015; KAJIKAWA; INOUE; GOH, 2011)
Urban studies	2	0,46	(HU; GEERTMAN; HOOIMEIJER, 2014a; POW; NEO, 2013)
Environmental science and pollution research	1	0,23	(LIU; SUN; YANG, 2017)
Informes de la construccion	1	0,23	(LIU; SUN; YANG, 2017)
International journal of civil engineering	1	0,23	(DABIRIAN; KHANZADI; TAHERIATTAR, 2017)
International journal of environmental research and public health	1	0,23	(BAI et al., 2017)
International journal of strategic property management	1	0,23	(HSUEH; LEE; CHEN, 2013)
Journal of building physics	1	0,23	(BOMBERG; FURTAK; YARBROUGH, 2017)
Journal of constructional steel research	1	0,23	(XIONG; XIONG; LIEW, 2017)
Journal of performance of constructed facilities	1	0,23	(FEESE et al., 2015)

[Digite aqui]

Materiales de construccion	1	0,23	(DÍAZ et al., 2012)
Science of the total environment	1	0,23	(NADAL et al., 2017)
Thin-walled structures	1	0,23	(MACILLO; FIORINO, 2017)
Tunnelling and underground space technology	1	0,23	(LÓPEZ; GRINDLAY; PEÑA-GARCÍA, 2017)
Total	433	100	

[Digite aqui]