

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

LARISSA LUCENA ARAÚJO

CERTIFICAÇÃO LEED EM PROJETOS DE ARQUITETURA: GARANTIA
DE SUSTENTABILIDADE?

Recife

2019

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Larissa Lucena Araújo

CERTIFICAÇÃO LEED EM PROJETOS DE ARQUITETURA: garantia
de sustentabilidade?

Trabalho de conclusão de curso apresentado como
exigência parcial para a Graduação no Curso de
Arquitetura e Urbanismo, sob orientação do Prof. Dr.
Marco Cesar Monteiro de Moraes Luna.

Recife
2019

Catalogação na fonte
Bibliotecário Ricardo Luiz Lopes CRB-4/2116

Araújo, Larissa Lucena.

A663c Certificação Leed em projetos de arquitetura: garantia de sustentabilidade? / Larissa Lucena Araújo. - Recife, 2019.
75 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Marco Cesar Monteiro de Moraes Luna.
Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia – Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade Damas da Instrução Cristã, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Sustentabilidade. 2. Construção sustentável. 3. Certificação Leed. 4. Arena Pernambuco. I. Luna, Marco Cesar Monteiro de Moraes. II. Faculdade Damas da Instrução Cristã. III. Título.

72 CDU (22. ed.)

FADIC (2019.2-443)

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Larissa Lucena Araújo

**CERTIFICAÇÃO LEED EM PROJETOS DE ARQUITETURA: Garantia de
sustentabilidade?**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como
exigência parcial para a Graduação no Curso de
Arquitetura e Urbanismo, sob orientação do Prof. Dr.
Marco Cesar Monteiro de Moraes Luna.

Aprovado em _____ de 2019

BANCA EXAMINADORA

Maria de Fátima Xavier do M. Almeida, FADIC
Primeira examinadora

Daniele de Castro Pessoa de Melo
Segunda examinadora

Marco Cesar Monteiro de Moraes Luna, FADIC
Orientador

Recife
2019

Dedico este trabalho especialmente ao meu irmão, Rafael, que, mesmo não estando presente nesta fase, foi e sempre será parte essencial da minha vida. Aos meus pais, minha irmã e meu marido que me apoiaram incondicionalmente quando decidi mudar de profissão. E aos meus professores e amigos do curso de Arquitetura e Urbanismo que tanto me ensinaram e me fizeram perceber que a minha escolha valeu a pena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, que sem ela nada disso seria possível. À minha mãe, Vanusa, ao meu pai, Emilson e à minha irmã, Danielle, que sempre me incentivaram a crescer, tanto como pessoa, como profissionalmente. Ao meu marido, Marcelo, por me apoiar incondicionalmente, ser sempre compreensivo e vibrar com cada conquista minha. E a caçula da família, Yasmin, por ser a coisa mais fofa dessa vida.

Aos meus amigos que estão sempre comigo e que entendem as limitações deste período.

Ao meu orientador, Marco Luna, por me mostrar que a realidade sustentável é totalmente diferente do que eu imaginava e que é preciso fazer algo a respeito.

E a todos os meus professores e colegas de curso que também enfrentaram comigo mais etapa da minha vida.

Muito obrigada!!!

“Nós não herdamos a Terra de nossos antecessores, nós a pegamos emprestada de nossas crianças.”

(Provérbio indígena americano)

RESUMO

O *U.S Green Building Council* é uma instituição que tem foco em sustentabilidade de edificações e empreendimentos imobiliários, sendo a responsável pela elaboração do processo de certificação do selo LEED, tema principal do presente trabalho. Este selo tem o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obras e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações. Diante disso, a pesquisa procura entender até que ponto a conquista deste selo é garantia de uma construção sustentável. Parte-se da hipótese de que o fato de um empreendimento conquistar o selo LEED não é suficiente para defini-lo como uma edificação sustentável, tendo em vista que a sustentabilidade aborda os mais variados conceitos e que para alcançá-la é preciso levar em consideração diferentes aspectos ambientais, sociais e econômicos, considerados os pilares da sustentabilidade. Para verificação desta hipótese foi utilizado o método de abordagem hipotético dedutivo, a partir do qual foram realizados uma pesquisa exploratória e um estudo de um caso exemplar: a Arena Pernambuco. Para tal, foram utilizadas as técnicas de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental (através de documentos adquiridos na Arena), realização de visita de campo e entrevistas. Os resultados obtidos comprovam a hipótese de que o selo LEED até pode trazer benefícios para a construção, mas que é insuficiente no que concerne os três pilares da sustentabilidade. Além de expor que os motivos pelos quais os empreendimentos buscam o processo de certificação são os mais diversos e podem ou não estar relacionados com a sustentabilidade do empreendimento.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção Sustentável. Certificação Leed. Arena Pernambuco.

ABSTRACT

The US Green Building Council is a company which focus is on sustainability of building and real estate developments, being the responsible for elaborating the certification process of LEED's seal, main focus of this present work. This seal has intended to encourage project's transformation, works and building's operation, always keeping the focus on sustainability. Therefore, this research intends to find out how far the achievement of this seal is a guarantee of a sustainable construction. It is assumed that the fact of the building has got the LEED's seal is not the only reason to prove as a sustainable construction, given that the sustainability addressed more concepts and to achieve is needed to considerate different environment, social and economic aspects, considered the pillars of sustainability. The methods used to verify this hypothesis was deductive hypothetical approach, from which were performed an exploratory research and an exemplary case study: Arena Pernambuco. For this purpose, were used bibliographic research techniques, documental research (through documents acquired in the Arena), field visit and interviews. The outcome results prove that the hypothesis of the LEED's seal may bring benefits for the construction, however is insufficient regarding the three pillars of sustainability. In addition to stating that the reasons why enterprises seek the certification process are the most diverse and may or may not be related to the sustainability of the developments.

Keywords: Sustainability. Sustainable construction. LEED certification. Arena Pernambuco.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pilares da Sustentabilidade	15
Figura 2 - Linha do tempo das conferências do meio ambiente humano	17
Figura 3 - Matéria sobre greve global pelo clima.....	21
Figura 4 - Possíveis danos causados pelo aquecimento global	22
Figura 5 - Impactos ambientais da cadeia da construção civil	24
Figura 6 - Rejeitos da tragédia de Mariana em encontro com o mar.....	27
Figura 7 - Peixes mortos após desastre de Mariana.....	27
Figura 8 - Evolução da concentração de CO ₂ na atmosfera	31
Figura 9 - Etapas de produção de produtos cerâmicos e seus impactos ambientais.....	33
Figura 10 - Disposição Irregular de Resíduos da Construção Civil	36
Figura 11 – Dimensões analisadas pelas tipologias do selo LEED	42
Figura 12 - Classificação dos selos LEED	44
Figura 13 - Média de reduções no Brasil.....	45
Figura 14 – Cidade da Copa: Projeto proposto.....	53
Figura 15 - Cidade da Copa: Projeto entregue	53
Figura 16 – Fotografia do certificado LEED Silver - Arena Pernambuco	54
Figura 17 - Fachada em ETFE.....	55
Figura 18 - Esquema do sistema de captação da água da chuva	56
Figura 19 - Tanque para captação da água da chuva e sistema de distribuição	56
Figura 20 - Placas Fotovoltaicas na Usina Solar São Lourenço da Mata.....	57
Figura 21 - Utilização de artifício para iluminação natural	58
Figura 22 - Tempo de deslocamento para arena com transporte coletivo	60
Figura 23 - Tempo de deslocamento para arena com carro particular	60
Figura 24 - Arquibancada protegida por sacos plásticos.....	61
Figura 25 – Bairro do Timbi antes das desapropriações para obras da Copa 2014.....	63
Figura 26 - Bairro do Timbi após as desapropriações para obras da Copa 2014	63
Figura 27 - Salas administrativas da Arena Pernambuco	64
Figura 28 - Salas de manutenção da Arena Pernambuco	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais impactos ambientais da mineração no Brasil	29
Quadro 2 - Empresas certificadoras e seus objetivos	40
Quadro 3 - Certificação LEED - Benefícios Ambientais	46
Quadro 4 - Certificação LEED - Benefícios Econômicos.....	47
Quadro 5 - Certificação LEED - Benefícios Sociais	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Impactos ambientais negativos causados pelos empreendimentos minerais na Região Sudeste do Brasil.....	26
Gráfico 2 - Impactos ambientais causados pela contaminação de substâncias perigosas advindas das atividades minerais na região Sudeste.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

CO₂ – Dióxido de Carbono

GBCBR – *Green Building Council Brazil*

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ISO – *International Organization for Standardization*

LED – *Light Emitting Diode*

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

ONU – Organização das Nações Unidas

ONUBR – Nações Unidas do Brasil

PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

RMR – Região Metropolitana do Recife

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

WRI – *World Resources Institute*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	SUSTENTABILIDADE E SEU CONTEXTO HISTÓRICO.....	14
3.	SUSTENTABILIDADE APLICADA À ARQUITETURA	19
3.1.	A sustentabilidade e a sociedade.....	19
3.2.	A construção civil e o meio ambiente	23
3.2.1.	Extração de matéria prima na natureza	24
3.2.2.	Produção de materiais de construção	29
3.2.3.	Construção de edificações.....	34
3.2.4.	Resíduos sólidos da construção civil.....	35
4.	CERTIFICAÇÕES DE SELO VERDE	38
4.1.	Certificação LEED	41
4.2.	Certificação LEED e a preservação do meio ambiente	44
4.3.	Green Marketing e Greenwashing	49
5.	CASO EXEMPLAR – ARENA DE PERNAMBUCO.....	52
5.1.	Apresentação e informações de projeto	52
5.2.	Processo de certificação da Arena Pernambuco	54
5.2.1.	Fachada em ETFE	54
5.2.2.	Captação da água da chuva	55
5.2.3.	Usina solar.....	56
5.2.4.	Incentivo ao uso de iluminação natural.....	57
5.3.	ANÁLISE DA AQUISIÇÃO DO SELO LEED SILVER PELO EMPREENDIMENTO	58
5.3.1.	Questões ambientais.....	59
5.3.2.	Questões sociais	62
5.3.3.	Questões econômicas	65
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
	REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

Partindo do pressuposto de que o Planeta Terra é composto de recursos esgotáveis, é de suma importância que o homem comece a pensar a respeito do uso desenfreado de recursos naturais, da poluição crescente e do alto consumismo que acarreta em desperdício.

Já há um tempo que a palavra sustentabilidade está em evidência, tanto de forma popular como nas principais conferências ao redor do mundo. De acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU, esta preocupação relacionada ao meio ambiente teve início no século XIX, como uma resposta ao intenso processo de industrialização, onde a produção era intensa e, de certo modo, ambientalmente irresponsável. Com isso, a sociedade passou procurar hábitos mais sustentáveis e que impactassem minimamente o meio ambiente. Uma das primeiras medidas tomadas foi a realização de conferências que tratassesem do assunto e disponibilizassem diretrizes a serem seguidas. Outra iniciativa foi a criação da rotulagem ambiental como caráter de advertência ao consumidor. Com isso, empresas passaram a adotar artifícios para se apresentarem como ecologicamente corretas e conseguirem corresponder as expectativas do mercado e outras empresas surgem com a finalidade de certificar que as primeiras consigam se apresentar como tal, surgido assim empresas certificadores de rótulos/selos ambientais direcionados às edificações. Estas empresas inspecionam o processo construtivo de um empreendimento a fim de certificá-lo como uma edificação com características sustentáveis. No entanto, devido ao excelente *greenmarketing* existente, a sociedade tende a aceitar tais edificações como sustentáveis apenas por possuírem um selo, sem levar em consideração todos os processos pelos quais ele precisaria passar e todos os aspectos ambientais, sociais e econômicos eles precisarem atender.

Diante deste cenário surge o questionamento sobre até que ponto a conquista do selo LEED é garantia de uma construção sustentável. Devido à complexidade da sustentabilidade e da construção civil, foi adotada a hipótese de que o fato de um empreendimento conquistar o selo LEED não é suficiente para defini-lo como uma edificação sustentável.

A fim de responder ao questionamento acerca da garantia de sustentabilidade do selo LEED, a pesquisa teve como objetivo geral conhecer e analisar a certificação LEED com o intuito de confrontar seus critérios de avaliação com a existência de sustentabilidade nos mesmos. Para atende-lo foram criados os seguintes objetivos específicos: conhecer os princípios de sustentabilidade, conhecer o processo de certificação do selo LEED, confrontar o

selo com a real preservação do meio em relação aos aspectos ambientais, sociais e econômicos e, por fim, avaliar se o selo LEED é garantia de sustentabilidade.

O método de abordagem utilizado foi o hipotético dedutivo, uma vez que a presente pesquisa parte de uma hipótese e a resposta da mesma será a partir de deduções obtidas com o trabalho em questão. Para isto foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório e o estudo de um caso exemplar: a obra da Arena Pernambuco. As técnicas de pesquisas utilizadas foram a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental (através de documentos adquiridos na Arena), realização de visita de campo e entrevistas.

O presente trabalho está estruturado em 6 capítulos, sendo o primeiro deles esta introdução. No segundo capítulo são discutidos os conceitos de sustentabilidade e o seu contexto histórico, além de expor como se deu início à preocupação com o meio ambiente e o surgimento de algumas iniciativas para minimizar os impactos causados pelo homem. No terceiro capítulo são apresentados aspectos da sustentabilidade aplicada à arquitetura e construção civil, tomando como embasamento as relações entre a sustentabilidade e a sociedade e entre a construção civil e meio ambiente, analisando ainda quais os principais danos causados por este setor. O quarto capítulo é onde se iniciam as discussões acerca das certificações de selo verde, tema principal deste trabalho, apresentando, inicialmente, um breve histórico e listando as principais certificações existentes no mundo para, só em seguida, introduzir a certificação LEED e relacioná-la à real preservação do meio. No quinto capítulo é exposto um caso exemplar a fim de corroborar com toda a pesquisa e comprovar a hipótese do presente trabalho. Por último, o sexto capítulo, contendo as considerações finais da pesquisa, retomando os objetivos, o questionamento acerca da garantia de sustentabilidade e a hipótese, e assim são resgatadas as análises feitos durante o trabalho a fim de comprovar a hipótese.

2. SUSTENTABILIDADE E SEU CONTEXTO HISTÓRICO

O uso demasiado de recursos naturais, a poluição e degradação do meio ambiente, o desperdício em geral, entre outros fatores, estão todos relacionados ao tema desta pesquisa: a sustentabilidade. Nos dias atuais o assunto está em evidência nas discussões ao redor do mundo sobre o futuro que se projeta e o que se precisa ter. A sustentabilidade não pode ser definida através dos fatores citados inicialmente, pelo contrário, estes vão contra a sua concepção e se tornam responsáveis pela busca do desenvolvimento sustentável, o qual vem ganhando notoriedade com o passar dos anos.

A palavra sustentabilidade deriva-se do termo *sustentare* que provém do Latim, o qual significa sustentar, favorecer e conservar. Já o seu conceito, adquiriu diferentes definições e, consequentemente, diferentes interpretações devido à grande escala em que é aplicado. (LASSU, [entre 1990 e 2019])

Buscando uma definição simples e clara através de dicionários, foi possível confirmar o quanto o conceito é novo, já que o mesmo ainda nem se encontra em dicionários com edições nos anos 90. No Aurélio (2009) o termo já é encontrado, mas com uma definição superficial em relação ao seu significado real, definindo a sustentabilidade apenas como algo sustentável e que possa se manter durante um período de tempo, assemelhando-se bastante à origem de seu nome. Já em edições do ano de 2015, o mesmo dicionário aponta que trata-se de questões ecológicas, mas também econômicas e sociais, visando garantir a continuidade dos recursos. (AURÉLIO, 2009, 2015)

Em meio digital, através de um dicionário online da língua portuguesa, a definição de sustentabilidade já está mais relacionada ao contexto atual. Segundo o Dicio, “sustentabilidade” é um conceito que, relaciona aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, na busca de suprir as necessidades do presente sem afetar as gerações futuras, e ainda é uma qualidade ou propriedade do que é sustentável e do que é necessário à conservação da vida. (SUSTENTABILIDADE, 2019)

A partir desta definição de sustentabilidade é que se faz mais claro o conceito de desenvolvimento sustentável definido pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento no relatório oriundo da Comissão de Brundtland também conhecido como Nosso Futuro Comum, no qual diz que:

Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do

desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas. (BRUNDTLAND, et al., 1991, p. 49)

Após as diferentes definições de sustentabilidade, percebe-se que o desenvolvimento sustentável só é praticável com a união de três dimensões: econômica, social e ambiental que, juntas, formam os pilares da sustentabilidade, como mostra a Figura 1. Portanto, é possível mostrar que a sustentabilidade engloba diferentes assuntos relacionados à sociedade como, por exemplo, fome (social), dívida externa (econômica), poluição (ambiental), entre outros, e não somente a preservação e a conservação da natureza. É importante salientar também que estas esferas não estão apenas relacionadas entre si, mas que uma é dependente da outra para que o real desenvolvimento sustentável seja viável, tendo como desafio fazer a economia evoluir atendendo às expectativas da sociedade e manter o ambiente saudável para esta e para as futuras gerações. (AGOPYAN e JOHN, 2011)

Figura 1 - Pilares da Sustentabilidade



Fonte: Razão social moda sustentável, 2015. Adaptado pela autora, 2019.

A presente pesquisa tem como foco, principalmente, o conceito de sustentabilidade na esfera ambiental, considerando o uso desenfreado dos recursos naturais e relacionando-o à conservação da vida e continuidade das gerações. A relação entre recursos naturais e sobrevivência é brevemente discutida por Jourda (2009) em seu pequeno manual do projeto sustentável e por Cordeiro (2012), em sua tese de mestrado. O primeiro afirma que não basta se preocupar apenas com questões de eficiência energética e procurar energias alternativas, ou seja, não se trata unicamente de procurar soluções para os atuais problemas energéticos, é preciso pensar em conservar os recursos naturais que ainda existem e que são utilizados demasiadamente sem pensar nas consequências e, desta forma, assegurar que as gerações futuras possam suprir suas necessidades. Já o segundo, expõe que a situação é um pouco mais grave quando cita que algumas grandes civilizações do passado, como a civilização Maia, por exemplo, entraram em colapso justamente pelo uso descontrolado destes recursos. O mesmo ainda relaciona este acontecimento à situação atual em que vivemos e enfatiza que nos dias de hoje este fenômeno se intensifica por não ocorrer apenas em locais específicos como no passado, e sim em todo o mundo, independentemente da situação do local, seja ele um país desenvolvido ou subdesenvolvido. Tais alegações podem ser corroboradas com alguns acontecimentos vigentes como citado por Keeler e Burke:

O período em que vivemos fornece inúmeros exemplos de tal destruição: a extinção de espécies, a destruição de florestas tropicais, a carência de plantações, exaustão do solo, a pesca e as práticas florestais irresponsáveis, e os danos aos pântanos e rios devido à poluição industrial. A mudança climática está entre as expressões mais abrangentes das ameaças à saúde do meio ambiente e dos seres humanos, uma vez que, além de resultar da intervenção humana, ela contribui para a destruição ambiental. (KEELER e BURKE, 2010, p.29)

De acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU, esta preocupação relacionada ao meio ambiente teve início no século XIX, como uma resposta ao intenso processo de industrialização. Vale ressaltar que o período da revolução industrial foi marcado por ser um tempo em que o foco era a produção em massa, ou seja, muito se pensava na praticidade e velocidade de fabricação, pouco se preocupando com questões ambientais e quais consequências essas ações trariam à sociedade. Realidade esta não muito distante da atual.

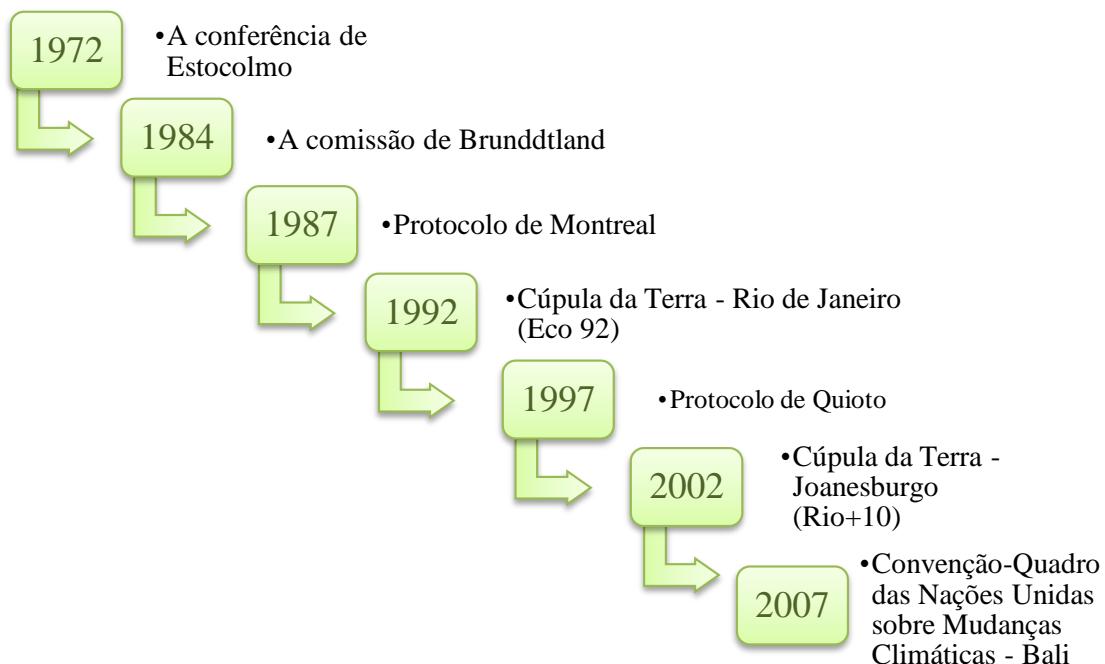
A revista norte-americana The Atlantic publicou um artigo, traduzido como “A próxima revolução industrial”, no qual os autores compararam a revolução industrial ao navio a vapor, Titanic. Comparação para eles pertinente pelo fato da industrialização também ser

impulsionada por combustíveis fósseis, reatores nucleares e produtos químicos, assim como o navio, ocasionando a poluição das águas e do ar. Além de seguir as regras estabelecidas por ela sem levar em consideração as leis do mundo natural, os autores ainda expõem que as falhas básicas de projeto prenunciam o desastre. (MCDONOUGH e BRAUNGART, 1998)

Diante de todos esses aspectos históricos e os resultados que eles ocasionaram, em 1972, a ONU agiu em prol do movimento ambientalista convocando uma conferência onde seriam tratados vários aspectos relacionados à sustentabilidade e preservação do meio ambiente humano, a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, sendo esta a primeira a tratar deste assunto. Com o passar dos anos, a preocupação com a sustentabilidade foi cada vez mais discutida, resultando em novas conferências, novas declarações e novos documentos. (ONUBRa, [entre 2016 e 2019]).

As conferências sobre meio ambiente humano são as primeiras manifestações a respeito da preocupação com a sustentabilidade, é através delas que se discutem assuntos relacionados ao tema e que são desenvolvidos documentos, nos quais são definidos alguns princípios a serem seguidos. Além da Conferência de Estocolmo citada anteriormente, várias outras foram acontecendo com o passar dos anos e o tema foi cada vez mais aprofundado. A Figura 2 mostra uma linha do tempo com todas as principais conferências e sua respectiva data de ocorrência.

Figura 2 - Linha do tempo das conferências do meio ambiente humano



Fonte: ONUBRa, [entre 2016 e 2019]. Adaptado pela autora, 2019.

Países desenvolvidos como Alemanha, Canadá, Japão e Estados Unidos já agiam em prol do meio ambiente desde o começo das conferências, mas foi a partir da Eco-92 que o movimento ambientalista alavancou. A Cúpula da Terra impulsionou a International Organization for Standardization (ISO) a criar a ISO14001, uma certificação internacional voltada a gestão ambiental, na qual a ISO define normas específicas e estabelece três tipos de rótulos ambientais, os quais serviram de referência para ações futuras. Esses rótulos são o I, II e III, que correspondem, respectivamente, ao Programa Selo Verde (14024), às Autodeclarações Ambientais (14021) e às Avaliações de Ciclo de Vida (14025). (VOLTOLINI, 2010)

Ações de rotulagem ambiental visam a cumprir duas finalidades básicas: criar a consciência para a importância dos aspectos ambientais de um produto ou serviço, influenciando a escolha do consumidor e uma mudança de comportamento do fabricante. (VOLTOLINI, 2010).

É importante salientar que a criação da rotulagem ambiental não contempla apenas o comportamento do fabricante quando impõe novas regras para fabricação de determinados produtos. Esta ação promove também o início de uma nova conscientização a respeito do perfil de consumo da sociedade, o qual mudou consideravelmente no período da Revolução Industrial, como mencionado anteriormente, e permanece até os dias de hoje. No entanto, muitas vezes estas ações não são aplicadas com o devido propósito, sendo negligenciadas durante o processo ou sendo reinventadas de forma a ludibriar o consumidor final, como será explanado no decorrer do presente trabalho dando ênfase em rotulagem ambiental em projetos de arquitetura.

3. SUSTENTABILIDADE APLICADA À ARQUITETURA

Pensar em sustentabilidade em todos os âmbitos é de suma importância, tendo em vista que todas as ações tomadas pelo homem afetam no coletivo das formas mais diversas, interferindo no ambiente humano e na forma que se vive. No entanto, para o presente estudo, o foco será o desenvolvimento sustentável aplicado à arquitetura, sua relevância para o avanço das construções em termos de minimização dos impactos causados ao meio ambiente e as iniciativas que são tomadas para que isto aconteça.

A base para este enfoque se dá pelo fato de que atualmente a sociedade é extremamente dependente da construção civil. Não há espaço para trabalho, moradia e lazer sem que haja a necessidade de um ambiente construído. No último século, a população cresceu quatro vezes, aumentando consideravelmente a procura por recursos naturais e terra. Desta forma, quanto maior o crescimento populacional, maior espaço tomado por construções, sejam elas regulares ou irregulares, e maior o impacto ambiental devido à geração de resíduos, gasto de energia, água, entre outros recursos. (AGOPYAN e JOHN, 2011)

3.1. A sustentabilidade e a sociedade

O crescimento populacional representa não apenas o aumento do número de pessoas, mas também das consequências geradas pelas mesmas através do seu modo de vida. De acordo com a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), em 2007 o planeta Terra passou a ser efetivamente um planeta urbano devido ao grande processo de urbanização, ou seja, mais da metade da população mundial passou a viver em cidades. A urbanização sempre demanda por mais espaço para realização das atividades humanas diárias fazendo com que, na maioria das vezes, estes espaços sejam utilizados de forma irregular impactando negativamente no meio ambiente. (AsBEA, 2012)

A forte correlação entre urbanização e aumento de renda *per capita* é uma das razões para o habitante urbano consumir mais e gerais mais resíduos que seu equivalente rural. Assim, o crescimento das cidades representa maior pressão sobre recursos energéticos e hídricos, maior necessidade de descarte e tratamento de resíduos sólidos e líquidos, e maior poluição do ar. (LEITE e MARQUES, 2012, p.30)

O avanço na qualidade e expectativa de vida ainda é inversamente proporcional à conservação da natureza, principalmente se levado em consideração o modo como os países em desenvolvimento se comportam diante do seu avanço. Durante muito tempo, e ainda nos dias

atuais, a preocupação inicial é primeiro progredir para só depois pensar em sustentabilidade. (AGOPYAN e JOHN, 2011)

É preciso que o mundo crie logo estratégias que permitam às nações substituir seus atuais processos de crescimento, frequentemente destrutivos, pelo desenvolvimento sustentável. Para tanto é necessário que todos os países modifiquem suas políticas, tanto em relação a seu próprio desenvolvimento quanto em relação aos impactos que poderão exercer sobre as possibilidades de desenvolvimento de outras nações. (BRUNDTLAND ET AL., 1991, p.52)

Até 2050, segundo a Nações Unidas do Brasil (ONUBRc, 2013), mais de 70% da população viverá em cidades, o que implicará em ainda mais construções. Desta forma, é imprescindível que a sustentabilidade seja ponto principal no que se refere ao desenvolvimento de qualquer país. Ou seja, é preciso ser pensada e aplicada já nas etapas iniciais dos projetos de arquitetura e construção civil a fim de evitar maiores danos às próximas gerações. Além disto, também é indispensável a busca por soluções alternativas a fim de minorar os impactos que já estão sendo causados de forma demasiada.

Apesar da sociedade ainda colaborar com grande parte dos danos causados ao meio ambiente, a conscientização acerca da importância da sustentabilidade e da conservação da natureza está progredindo. As pessoas não estão mais estagnadas somente ao pensamento da produção em massa da era industrial e do capitalismo, uma parcela da população já tem ciência de que os recursos naturais são finitos e que as ações humanas estão interferindo mais do que deveriam no meio ambiente.

Uma prova recente disto foram as manifestações que ocorreram em vários países no dia 27 de setembro de 2019, denominadas de *Friday for Future* e que, segundo o jornal O Globo (2019), poderiam ser consideradas como o maior protesto da História. A frente destas manifestações estava a população jovem clamando por atenção às mudanças climáticas e exigindo atitudes dos entes de poder. A Figura 3 mostra uma das manifestantes com o cartaz pedindo que salvem o mundo pelas crianças. E é disto que se trata a sustentabilidade mencionada diversas vezes no presente trabalho, é viver hoje sem interferir nas próximas gerações. Algo que, visto as últimas estatísticas, não ocorre há um bom tempo.

Figura 3 - Matéria sobre greve global pelo clima

Greve global pelo clima reúne milhões ao redor do mundo. Protesto pode ser o maior da História

Manifestações, que já contabilizaram centenas de milhares de participantes em cidades como Melbourne, Berlim e Londres, ocorrem às vésperas da Cúpula do Clima da ONU, em Nova York

Com agências internacionais
20/09/2019 - 08:56 / Atualizado em 20/09/2019 - 21:49



Fonte: O Globo, 2019

O início das manifestações se deu logo após o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgar em 2018 um relatório advertindo sobre o aquecimento global e afirmando que até 2030 era preciso reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Com esta declaração, os jovens perceberam que em 2030 eles teriam vivido apenas metade da vida e que seus planos já estavam fadados ao fracasso antes mesmo de se iniciarem, já que de acordo com o IPCC apud Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) (2019), caso o aquecimento global ultrapasse 2º graus Celsius provavelmente as terras férteis se transformarão em desertos e a seca e os fenômenos meteorológicos colocarão em risco as necessidades de uma população crescente.

[...] sem uma ação internacional séria e coordenada para frear as emissões de gases de efeito estufa, é praticamente certo que o nosso planeta vai esquentar mais de 1,5 graus Celsius e que os impactos desse aquecimento possivelmente serão muito mais nocivos e devastadores do que se pensava anteriormente. (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2019)

Conforme estudos realizados também pelo IPCC, o qual envolve os principais cientistas do clima do mundo, na maioria dos cenários criados, a temperatura terrestre ultrapassa o limite de 1,5º Celsius para reduzir em seguida. Nestes cenários, os resultados são bem diferentes dos obtidos nos casos onde a temperatura não ultrapassa este limite. Aparentemente 0,5º Celsius de diferença podem parecer insignificantes quando se trata da temperatura de um planeta inteiro. No entanto, a Figura 4 ilustra os possíveis danos causados ao planeta caso medidas extremas não sejam tomadas e o descaso com o clima permaneça. (WRI BRASIL, 2018)

Figura 4 - Possíveis danos causados pelo aquecimento global



Fonte: WRI BRASIL, 2018

O aquecimento global citado anteriormente, de acordo com Leite e Marques (2012), refere-se ao aumento da temperatura média na superfície da Terra. Este aquecimento é sempre relacionado à indústria, mas na maioria das vezes a indústria não é associada ao cotidiano da população, aparenta ser sempre uma realidade distante do indivíduo. Outra associação que também não é feita é o setor da construção civil com a indústria e as emissões de gases de efeito estufa, sendo este setor um dos principais responsáveis pelas emissões de CO₂ e outros danos ao clima e ao meio ambiente, os quais serão abordados no próximo subcapítulo.

3.2. A construção civil e o meio ambiente

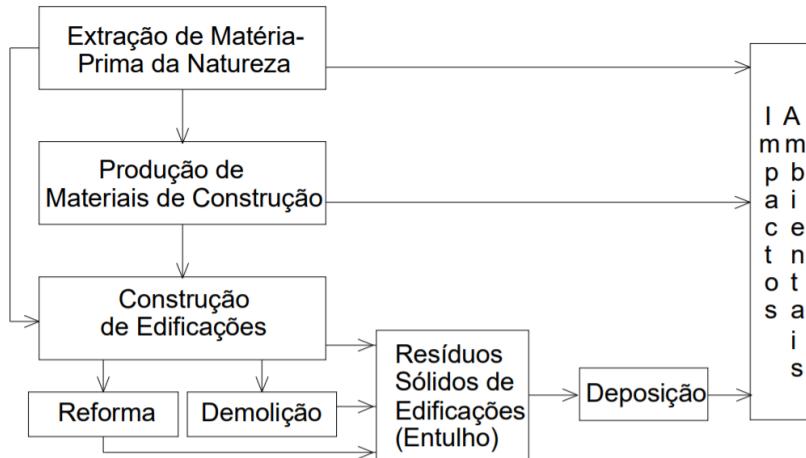
Conforme Roth e Garcias (2009), a indústria da construção civil exerce um importante papel para a economia no Brasil, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), chegando a atingir até 15% do PIB nacional. Além disto, também foi considerada como a maior indústria empregadora do país. Por outro lado, até chegar a este ponto, a construção civil cresceu e produziu consideravelmente, acarretando uma série de problemas ambientais. Ainda segundo os autores:

A inexistência de uma consciência ecológica na indústria da construção civil resultou em danos ambientais irreparáveis, que foram agravados pelo maciço processo de migração ocorrido na segunda metade do século passado, que ocasionou uma enorme demanda por novas habitações. (Roth e Garcias *apud* Schenini, Bagnati e Cardoso, 2004, p. 114)

A maior parte destes problemas são oriundos dos processos produtivos ineficientes e ultrapassados e do consumo indiscriminado e precipitado dos materiais. Além de ainda se utilizar, abundantemente, matéria-prima não renovável e uma quantidade exorbitante de energia, tanto na extração quanto no transporte e processamento dos insumos. Desta forma, a construção civil é tida como uma indústria de grandes impactos ambientais e geradora de resíduos, sendo este apenas um dos seus contratempos. (ROTH e GARCIA, 2009)

A Figura 5 mostra um esquema com todas as etapas de como um canteiro de obra pode causar danos ao meio ambiente. Nela é possível observar que não é apenas no momento da execução que o mal é feito, é a partir da extração da matéria-prima da natureza até a deposição do resíduo gerado.

Figura 5 - Impactos ambientais da cadeia da construção civil



Fonte: ROTH e GARCIAS, 2009, p.116

De acordo com Gauzin-Mullér (2011, *apud* Mello e Lomardo, 2016) a produção de resíduos pela construção e demolição de edifícios é maior que a quantidade gerada de lixo doméstico. Além disto, as edificações são responsáveis pelo consumo de aproximadamente 50% dos recursos naturais, 40% de energia elétrica e 16% de água do planeta. Antes de atingir estes números, medidas começaram a ser tomadas, por volta dos anos 70, a fim de atenuar os impactos ambientais em consequência da construção civil, mas não foram suficientes.

Infelizmente, a cadeia produtiva da Construção Civil e os órgãos governamentais, em nível internacional, demoraram a perceber esse impacto e, atualmente, são forçados a mudanças culturais, tecnológicas e de comportamento para atender as demandas de uma sociedade cada vez mais bem esclarecida e exigente em relação à preservação do meio ambiente. (AGOPYAN e JOHN, 2011, p. 14)

Para entender de uma maneira melhor como estes danos podem ser causados ao meio ambiente, o presente capítulo terá um tópico específico para cada uma das etapas citadas na Figura 5. São eles:

3.2.1. Extração de matéria prima na natureza

Também conhecido como mineração, o ato de extrair matéria prima da natureza nada mais é do que a exploração da terra em busca de recursos naturais renováveis ou não renováveis. Em geral, estes recursos se apresentam em forma metálica, não metálica, sólida, líquida e gasosa como por exemplo o ferro, granito, carvão, petróleo e gás natural, respectivamente. O objetivo

principal da mineração é fazer com que as indústrias tenham acesso aos materiais para que possam produzir bens de consumo. (PET ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2018)

Ligada de forma indiscutível ao desenvolvimento econômico, tecnológico e social dos dias atuais, a mineração é a principal responsável pelo fato de países emergentes explorarem e degradarem suas terras para fins de exportação de matéria prima oriunda dos seus recursos naturais. Entretanto, não é possível afirmar que a mesma esteja ligada ao desenvolvimento sustentável. A recompensa financeira é certa, mas os danos causados ao meio ambiente certamente não trarão recompensas positivas. (EMGE, 2018)

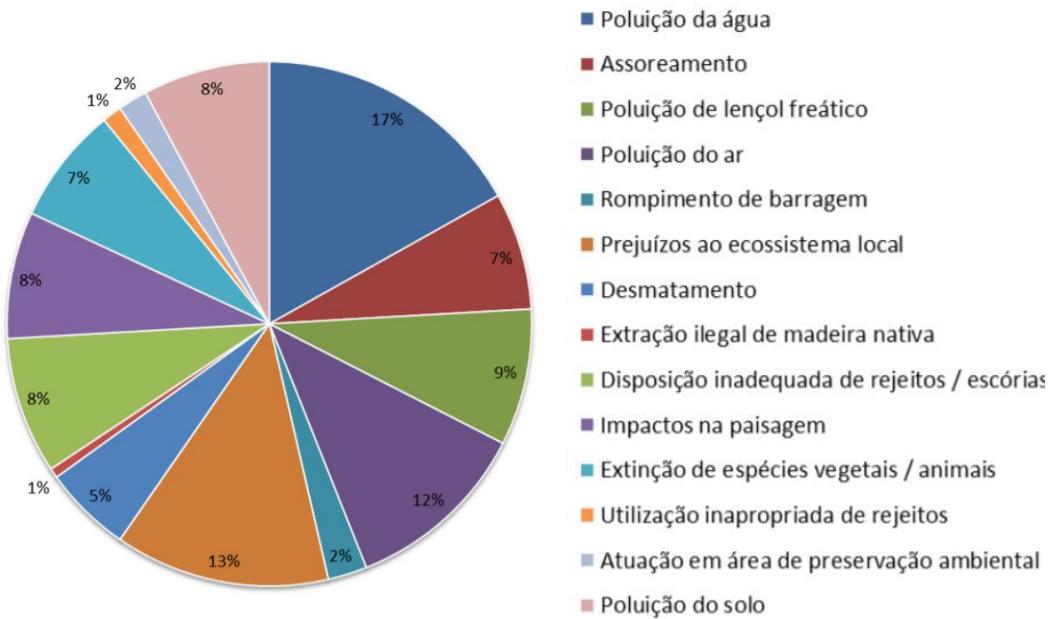
[...] estão em funcionamento no país 3 mil minas e 9 mil mineradoras, além de uma centena de garimpos legais e clandestinos. O setor mineral emprega cerca de 200 mil trabalhadores e responde por 4% do PIB, que é a soma de todos os bens e serviços produzidos no país. Os investimentos programados pelo setor somam US\$ 75 bilhões entre 2012 e 2016. (EBC, 2014)

Os estragos provenientes da mineração são diversos, entre eles estão: a extinção e escassez de fontes e jazidas - como já acontece em São Paulo, por exemplo - alterações na flora e fauna no entorno do local explorado, modificações de curso d'água, aceleração do processo erosivo, entre outros. Como citado anteriormente, no Sul e no Sudeste, a realização demasiada desta atividade já resultou no esgotamento das reservas de areia natural próximas à São Paulo, fazendo com que seja preciso transportá-las de grandes distâncias. Ou seja, mais consumo de energia e geração de poluição devido ao transporte. (ROTH e GARCIAS, 2009)

Estudos realizados pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) trazem alguns dados referentes aos impactos ambientais causados pela mineração na região Sudeste do Brasil, os quais serão tomados como exemplo para a presente pesquisa. O Gráfico 1, mostra todos os tipos de impactos ambientais negativos causados pelos empreendimentos existentes no local. Através dele percebe-se que a poluição da água é o principal dano, e em seguida os prejuízos causados ao ecossistema local. A poluição do solo aparece com 8% e, no Gráfico 2, são apresentados os diferentes tipos de substâncias responsáveis por esta contaminação.

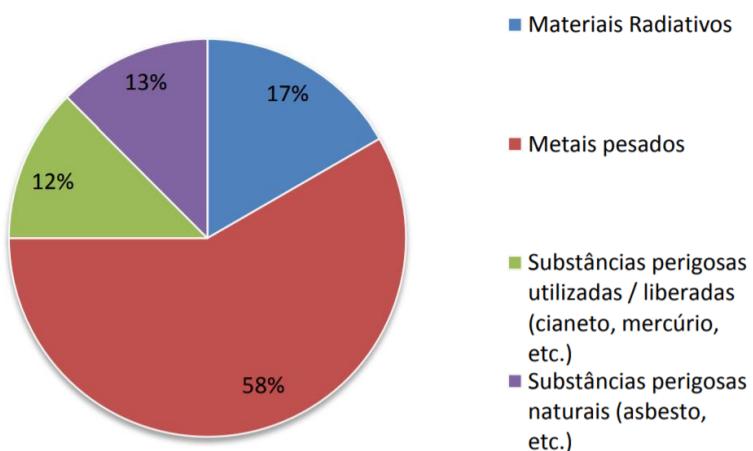
Ao observar novamente o Gráfico 1, percebe-se que um dos impactos relatados é rompimento de barreiras ou barragens. Segundo a Vale (2016): “as barragens de rejeito são usadas para depositar os resíduos e a água gerados a partir do beneficiamento do minério”.

Gráfico 1 - Impactos ambientais negativos causados pelos empreendimentos minerais na Região Sudeste do Brasil



Fonte: CETEM, 2016.

Gráfico 2 - Impactos ambientais causados pela contaminação de substâncias perigosas advindas das atividades minerais na região Sudeste



Fonte: CETEM, 2016

Apesar da baixa ocorrência, os danos causados por este acidente são gigantescos. Dois exemplos recentes são os rompimentos das barragens das mineradoras Samarco e Vale, que aconteceram em Mariana e Brumadinho, respectivamente, e que trouxeram vários danos ambientais e sociais. A tragédia de Mariana resultou em um volume de 43,7 milhões de metros cúbicos de rejeitos despejados, percorrendo 663 quilômetros até chegar no mar, no estado do

Espírito Santo, como mostra a Figura 6. Ainda de acordo com os ambientalistas, será preciso, no mínimo, 100 anos para que os efeitos deste acidente deixem de ser sentidos pelo mar, o qual acarretou em aproximadamente 11 toneladas de peixes mortos, parte exposta na Figura 7. Vale salientar que todo este caminho percorrido pela lama também sofreu sérios danos e ocasionou várias mortes. Com isto, este evento foi considerado o maior desastre ambiental da história do Brasil. (POLITIZE, 2019)

Figura 6 - Rejeitos da tragédia de Mariana em encontro com o mar



Fonte: POLITIZE, 2019

Figura 7 - Peixes mortos após desastre de Mariana



Fonte: PESCAMADORA, 2016.

Em relação ao rompimento da barragem em Brumadinho, o volume de lama foi de aproximadamente 12 milhões de metros cúbicos. Apesar do menor volume de rejeitos, os impactos ambientais foram tão graves quanto o primeiro desastre, devido a velocidade da lama e as substâncias que ela continha, o que veio a afetar a qualidade da água do rio Paraopeba. (POLITIZE, 2019)

De acordo com o relatório do Painel Internacional de Recursos (IRP, na sigla em inglês), o aumento do consumo triplicou a extração de matérias-primas nas últimas quatro décadas, passando de 22 bilhões de toneladas em 1970 para 70 bilhões de toneladas em 2010. Isto, devido ao uso de combustíveis fósseis, metais e outros materiais, podendo acarretar na intensificação das mudanças climáticas, no aumento da contaminação atmosférica, na redução da biodiversidade e, finalmente, no esgotamento dos recursos naturais. (ONUBRb, 2016)

Se as condições permanecerem as mesmas, em 2050 as 9 bilhões de pessoas do planeta precisarão de 180 bilhões de toneladas de matérias-primas anualmente para satisfazer sua demanda. Esse número equivale a quase três vezes a quantidade atual e provavelmente elevará a acidificação¹ e eutrofização² dos solos e das águas no mundo todo, aumentará a erosão do solo e produzirá maiores quantidades de resíduos e contaminação. (ONUBRb, 2016, notas nossa)

O setor da construção civil é um dos grandes responsáveis pelo aumento da extração de matérias-primas já que é indiscutível o seu crescimento com o passar dos anos, como evidenciado anteriormente. Isto porque o setor depende diretamente de determinados minerais como, por exemplo, a calcita para a fabricação de cimentos e cal para argamassa e o gipso para produção do gesso. (IGC, 2003)

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando se dá a implantação do empreendimento, pois o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração. (FARIAS, 2002)

No Quadro 1, são apresentadas algumas substâncias minerais importantes para a construção civil, os principais impactos ambientais decorrentes da mineração destes minerais em alguns estados do Brasil e possíveis ações preventivas ou corretivas.

¹ Contaminação do solo por produtos ácidos afetando animais, vegetação e até edifícios.

² Contaminação do ambiente – especialmente corpos d’água – por elementos como o fosfato, amônia, nitrogenados, fósforo, desequilibrando ecossistemas.

Quadro 1 - Principais impactos ambientais da mineração no Brasil

Substância Mineral	Estado	Principais problemas	Ações preventivas e/ou corretivas
Agregados para a construção civil	RJ	Produção de areia em Itaguaí Contaminação do lençol freático e o uso futuro da terra comprometida devido a criação desordenada de áreas alagadas.	Disciplinamento da atividade; Estudos de alternativas de abastecimento;
	SP	Produção de areia no Vale do Paraíba Destrução da mata ciliar, turbidez, conflitos com uso e ocupação do solo, acidentes nas rodovias causados pelos transportes.	Disciplinamento da atividade; Estudos de alternativas de abastecimento e de transporte;
	RJ e SP	Produção de brita nas RM (Regiões Metropolitanas) Vibração, ruído, emissão de partículas no transporte, conflitos com uso e ocupação do solo.	Aplicação de técnicas menos impactantes; Estudos de alternativas de abastecimento;

Fonte: FARIAS, 2016. Adaptação da autora, 2019

Fica evidente que a extração de matérias-primas já é responsável por grandes impactos ambientais. Contudo, é importante avaliar também o motivo pelo qual são extraídas. Os materiais de construção, por exemplo, são grandes detentores de substâncias minerais e o seu processo de fabricação também é nocivo ao meio ambiente. No próximo tópico alguns materiais de construção serão explanados e servirão de exemplo para demonstração dos malefícios da sua produção.

3.2.2. Produção de materiais de construção

Conforme John (2017), atualmente existem estudos do fluxo de materiais que permitem uma análise mais profunda a respeito dos impactos econômicos, sociais e ambientais associados aos materiais de construção. Ainda segundo o autor, estes estudos são um dos responsáveis pela atual preocupação com o consumo destes materiais, já que através deles foi possível identificar que, dependendo do país e sua atividade econômica, cerca de 40% e 75% das matérias-primas extraídas da natureza são destinadas à produção de materiais de construção. É por este motivo que o tópico em questão se faz necessário nesta pesquisa, uma vez que, devido ao uso demasiado destes materiais, é essencial que seus danos sejam evidenciados.

O consumo de minerais de construção, rochas naturais, agregados, minérios para produção de cimento e cerâmica tem crescido mais rapidamente que a demanda global de materiais, e atualmente, já representa algo em torno de 40% do total extraído. Mas a indústria da construção como um todo também consome outros materiais, como a biomassa, tanto para combustível, como madeira para a construção, os metais – cerca de 56% do aço, o metal mais produzido – e os combustíveis. Assim, é razoável estimar que a construção é responsável por mais de 50% dos recursos naturais extraídos no planeta. A quase totalidade dos materiais utilizados é não renovável. (JOHN, 2017)

Entre os materiais citados acima, serão utilizados como exemplo o aço, o concreto e os materiais cerâmicos. Isso devido a sua grande importância na construção civil e sua larga escala de utilização.

Há algum tempo, o cimento e o aço são indispensáveis na construção civil. Com a invenção do concreto armado, o aço passou a ser ainda mais utilizado. Apesar deste material possuir diversas vantagens para as construções, incluindo seu alto grau de reciclagem, a sua fabricação ainda utiliza processos que geram impactos ambientais, a começar pela extração do minério de ferro. Para a fabricação do aço, um dos fatores de desperdício é a grande quantidade de água utilizada nos processos de tratamento do minério de ferro. Esta, por sua vez, se transforma em lama e, consequentemente, um resíduo de difícil reutilização. Desta forma, esta lama é apenas armazenada em reservatórios e são contidas por barragens. O problema é que o acúmulo desta lama nestas superfícies acaba alterando a composição do solo, deixando-o saturado devido a quantidade de óxidos de ferro, silício e outros metais. (ECYCLE, 2019)

As siderúrgicas em geral, além do uso desmedido de água, também possuem outros fatores prejudiciais ao meio ambiente como, por exemplo, emissão de gases de efeito estufa (a), chuva ácida (b) e emissão de efluentes líquidos poluentes (c). (UNIVERSO JATOBA, 2013)

- a) **Emissão de gases de efeito estufa:** resultado do tipo de energia utilizada na produção do aço, a queima de carvão vegetal. Este carvão muitas vezes é resultado da exploração ilegal da mata nativa e, durante a sua queima há uma acentuada emissão de gases de efeito estufa como o CO₂ (dióxido de carbono) e CH₄ (metano), contribuindo para o aquecimento global entre outros malefícios à atmosfera.
- b) **Chuva ácida:** resultado da emissão de outros gases como o óxido de enxofre (SO_x) e óxido de nitrogênio (NO_x) e a reação dos mesmos com a umidade do ar. Este fenômeno pode causar a destruição da vegetação e a acidificação dos solos e das águas de rios e lagos.

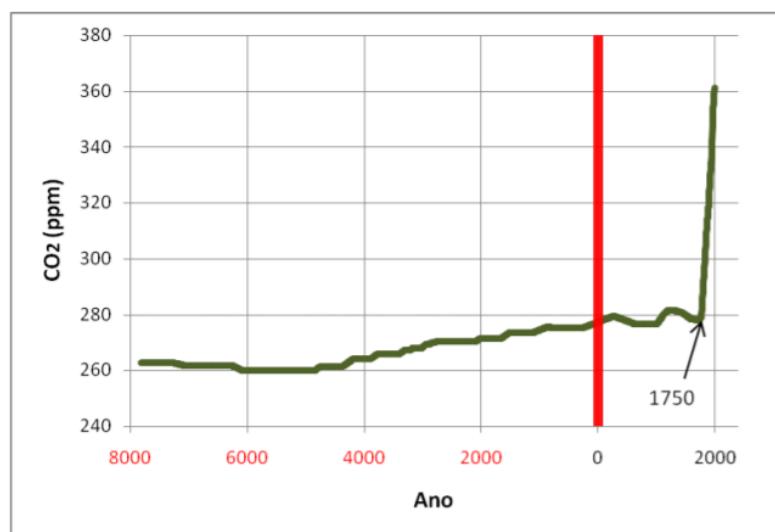
c) **Efluentes líquidos poluentes em corpos d'água:** durante a fabricação do aço, são liberados em corpos d'água efluentes líquidos altamente nocivos como o cobre, níquel, chumbo, amônia, entre outros. Estes elementos químicos são altamente tóxicos, alterando os ecossistemas locais.

De acordo com Agopyan e John, a produção do aço é responsável por cerca de 6% e 7% das emissões de CO₂ no mundo, mas apenas uma parcela é destinada à construção civil. No Brasil, o aço emite aproximadamente 1,25 toneladas de CO₂/t do produto.

Após explanados os impactos ambientais que cada etapa da construção civil pode causar ao meio ambiente, é possível observar que todas são responsáveis pela emissão de CO₂ na atmosfera, um dos principais gases de efeito estufa, contribuindo consideravelmente com o aquecimento global. Este, por sua vez, é considerado um dos mais importantes problemas ambientais atuais, por provocar a diminuição da quantidade de energia que a terra emite para o espaço, processo natural de seu resfriamento. (JOHN, 2017)

Através da Figura 8, é possível observar o crescimento da emissão de CO₂ no Planeta. Desde aproximadamente 8.000 a.C, a emissão do dióxido de carbono se manteve estável até meados do século XVIII. Foi a partir de 1750, data marcada pelo início da Revolução Industrial, já citada no presente trabalho, que as emissões de CO₂ cresceram demasiadamente, devido ao novo perfil de consumo da sociedade. Desta forma, é inegável que a atividade humana é uma das grandes responsáveis pelo aumento acelerado da emissão de CO₂. (JOHN, 2017)

Figura 8 - Evolução da concentração de CO₂ na atmosfera



Fonte: JOHN, 2017.

Em relação ao concreto, pode-se afirmar que este é o produto fabricado mais amplamente utilizado pelo homem, ficando em segundo lugar atrás da água que é o recurso mais consumido no planeta. No entanto, o cimento, um dos principais elementos do concreto, é um dos maiores responsáveis pelos danos causados ao meio ambiente durante a sua produção. No caso do cimento, os danos são causados, basicamente, no momento da sua extração, como relatado no tópico anterior, e no transporte, o que representa apenas 10% das emissões de CO₂ relacionadas à indústria desse seguimento, sendo os outros 90% oriundos da fabricação do clínquer, elemento fundamental do concreto. Este alto índice de emissão na produção do clínquer é devido ao processo de queima que ocorre em um forno em temperatura média de 1400° centígrados, alimentado com uma mistura extraída de calcário moído, argila, minério de ferro e cinzas. O resultado da combustão de tal mistura é dividido em óxido de cálcio e CO₂, liberando dióxidos de carbono para a atmosfera no momento em que o clínquer é então produzido. (BBC NEWS, 2018)

O processo de fabricação do concreto no Brasil está, cada vez mais, procurando formas de substituir a utilização do clínquer na produção. No entanto, apesar dos esforços para minimização dos impactos ambientais na fabricação do concreto, há um aumento gradativo na demanda de fabricação deste material, fazendo com que todas as ações mitigadoras sejam quase que anuladas. Conforme, Agopyan e John (2011), se mantida a atual tendência de crescimento da indústria cimenteira e assumindo-se uma diminuição das emissões globais de CO₂ por outras indústrias, haverá um crescimento acentuado na participação da indústria cimenteira nas emissões mundiais de dióxido de carbono.

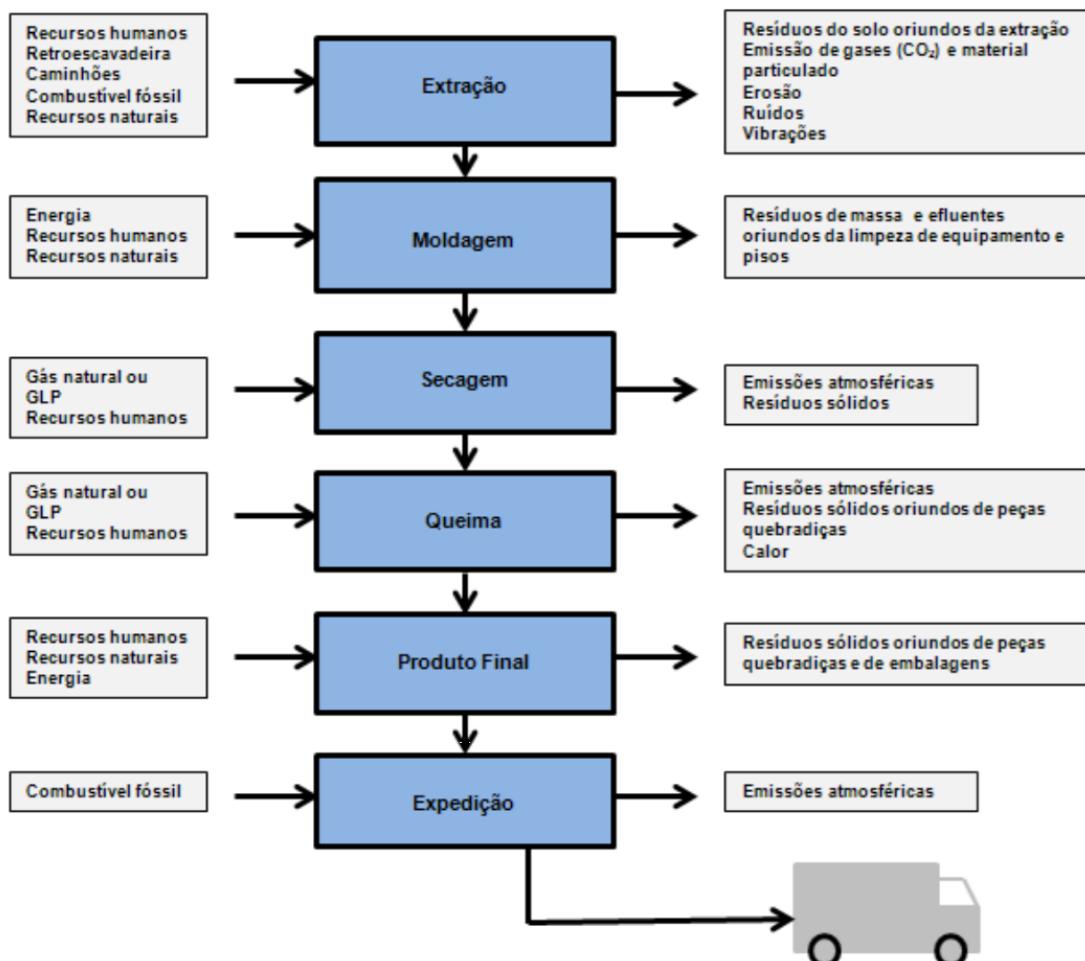
O cimento Portland é o material de maior consumo pelo homem. A produção total *per capita* vem aumento rapidamente, tendo evoluído de valores abaixo de 40kg/hab. ano na década de 1930 para valores 422kg/hab. ano em 2008, sendo atualmente uma quantidade superior ao consumo de alimentos. Como o cimento não é utilizado isoladamente, mas em combinação com uma grande quantidade de agregados e água, no Brasil, cerca de 1/3 dos recursos naturais vão para a produção de materiais cimentícios. Em 2009, no País, foram produzidas 52 milhões de toneladas de cimento, que foi misturado com cerca de 340 milhões de toneladas de agregados, totalizando 390 milhões de tonelada de matéria-prima, cerca de 2 toneladas por habitante. (AGOPYAN e JOHN, 2011)

Os materiais citados acima são apenas uma parcela dos diversos materiais utilizados no setor da construção civil. O último material utilizado como exemplo na presente pesquisa, será a cerâmica. Esta, por sua vez, apresenta uma utilização de cerca de 100 milhões de toneladas por ano, ou seja, também é amplamente consumida pelo setor. Ainda segundo Agopyan e John (2011), o processo é altamente informal e não possui grandes dados

estatísticos, mas através do Inventário Nacional foi estimado que suas emissões diretas de CO₂ representam cerca de 0,25% das emissões nacionais devido à queima de combustíveis fósseis. Este percentual cresce cerca de 50% se levadas em consideração as emissões pelo uso de energia e uso de biomassa, a qual é aproximadamente 70% de origem não manejada.

A produção da cerâmica é feita em diferentes etapas. A primeira é a extração da argila, que se inicia pela retirada da vegetação superficial e em seguida a escavação da argila na lavra, a qual é normalmente explorada até seu esgotamento, caracterizando o primeiro impacto ambiental deste material. Em virtude disto, a lavra passa a ser um local sem qualquer utilidade, tendo em vista que as empresas, em sua maioria, não possuem um planejamento de recuperação para a área degradada e tornam a exploração da argila uma atividade predatória. (VALE et. al, 2006). As demais etapas do processo de produção de produtos cerâmicos (tijolos, blocos, telhas e etc.) são apresentadas na Figura 9, com seus respectivos aspectos e impactos ambientais. Vale salientar, que os processos ilustrados nesta figura não são necessariamente uma regra para todas as empresas do setor.

Figura 9 - Etapas de produção de produtos cerâmicos e seus impactos ambientais



Fonte: BRT. 2012

3.2.3. Construção de edificações

A existência da sociedade atual está diretamente ligada à existência de um ambiente construído. Para toda atividade realizada pelo homem, existe um espaço erigido para tal. Desta forma, após a extração e produção dos materiais, é a vez de transportá-los e utilizá-los nos canteiros de obra. É nesta fase que a edificação intensifica os danos ambientais e sociais com atividades como impermeabilização do solo, aterramento, ruído, poluição sonora e visual, entre outros.

No Brasil, os municípios em geral, possuem leis e documentos referentes ao uso e ocupação do solo e critérios a serem atendidos durante o período das obras. Logo, ao adquirir um terreno para construção de determinado projeto, é preciso levar em consideração vários aspectos, os quais, inclusive, também são definidos pensando nas esferas ambiental, social e econômica. Estes documentos, por sua vez estabelecem normas referentes à quantidade de área construída, taxa de solo natural e de ocupação do solo, entre outros, na intenção de impactar o minimamente o meio nas três esferas citadas anteriormente. No entanto, uma grande parcela das construções no Brasil é irregular e, na maioria das vezes, os responsáveis pelas construções não tem nem conhecimento da legislação e de tais documentos, construindo de qualquer jeito, de forma desordenada e impactando o meio ambiente.

[...] na execução das obras de construção civil vários impactos são provocados, como os consequentes da perda de materiais, os referentes à interferência no entorno da obra e nos meios bióticos, físico e antrópico do local da edificação. [...] nesta fase o ar é afetado pelas partículas em suspensão, pelos ruídos e gases emitidos por máquinas, veículos e equipamentos; o solo e o subsolo são atingidos pela retirada de vegetação, cortes e escavações do terreno, aterros e terraplanagem; e as águas são contaminadas pelo lixo, dejetos humanos e petróleo utilizado na operação de máquinas. (ROTH e GARCIAS, 2009)

Ainda segundo Roth e Garcias (2009), as atividades de aterramento, terraplanagem e deposição de lixo são responsáveis pela degradação do ecossistema terrestre, uma vez que a cobertura vegetação e a fauna destruídas por tais atividades, ocasionando em perda da cama fértil do solo, mudanças na vazão e qualidade do sistema hídrico, entre outros.

As normas estabelecidas através da taxa de solo natural em determinado lote estão diretamente ligadas à permeabilidade do solo. Ou seja, quanto maior a área de solo natural deixada no projeto, maior a capacidade que este terreno tem em absorver a água das chuvas e, consequentemente, diminuir as possibilidades de alagamentos das cidades. Ademais, outro

ponto citado por Roth e Garcias (2019) é a disposição irregular dos resíduos, a qual será discutida no próximo subtópico.

3.2.4. Resíduos sólidos da construção civil

Os resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólidos e semissólidos, resultando de diferentes tipos de atividades como, por exemplo, atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, entre outras, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgoto. Estes são provenientes de diferentes fontes geradoras, entre elas a construção civil. Neste setor, os resíduos podem ser resultantes de reformas, reparos e demolições de obras, além dos resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como madeira, concreto, blocos cerâmicos, louças, metais, gesso, argamassa, solos, rochas, pavimento asfáltico, vidros, entre outros. A produção de resíduos da construção civil depende da sua tipologia. Nos Estados Unidos, por exemplo, a taxa de geração de resíduos pode alcançar de 20 a 39 kg/m² de área construída, enquanto que no Brasil há uma redução nesta taxa devido ao diferente tipo de sistema construtivo utilizado no país. (MELO, 2012)

Fazendo uma análise por habitante, os resíduos da construção civil, no final da década de 90, geraram em média 500kg/hab. por ano. Vale ressaltar que na década de 90, tanto a população quanto a frequência das atividades construtivas eram significativamente menores que os dias atuais, resultando, consequentemente, em uma menor quantidade de resíduos *per capita*. Considerando a população urbana com cerca de 170 milhões de pessoas, estima-se uma quantidade de, aproximadamente, 90 milhões de toneladas de entulho por ano. (AGOPYAN e JOHN, 2011)

Em consonância com Roth e Garcias (2009), normalmente os instrumentos legais que regulam as atividades da construção civil são voltados ao controle do problema depois que ele foi criado. Por este motivo, em relação aos resíduos sólidos oriundos da construção, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) expediu a Resolução Nº 307/2002, a qual estabelece diretrizes e procedimentos para gerenciamento integrado dos resíduos, visando promover benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

Esta Resolução estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil; classifica os resíduos da construção civil; estabelece que os geradores devam ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e em sequência a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final; determina que o instrumento para a gestão dos resíduos da construção civil, o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, seja elaborado pelos municípios e pelo Distrito Federal e este plano deve conter diretrizes, técnicas e procedimentos para

o Programa de Gerenciamento e Projetos de Resíduos da Construção Civil, e define formas de disposição dos resíduos segundo sua classificação. Esta Resolução, todavia, ainda é pouco adotada, pois não são muitos os geradores que têm a preocupação de não produzir resíduos ou priorizam a redução seguida da reciclagem, e tanto estes geradores quanto os Planos de Gerenciamento elaborados pelos municípios normalmente preocupam-se apenas com a coleta, transporte e disposição dos resíduos sólidos da construção civil.

(ROTH e GARCIAS, 2009)

A maior adversidade na geração destes entulhos é a sua disposição irregular e a precariedade dos planos de gerenciamento de resíduos da construção civil. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2019), realizado pela ABRELPE, em 2018 os serviços de limpeza dos municípios coletaram de resíduos de construção e demolição cerca de 122.012 toneladas por dia. Vale salientar que, como os resíduos desta natureza são de responsabilidade dos geradores e do gestor da obra, o valor apresentado anteriormente reflete apenas os entulhos que foram abandonados em vias e logradouros públicos. (ABRELPE, 2019)

Em algumas cidades, a depender do tamanho da obra, os responsáveis têm a obrigação de elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). No entanto o negligenciamento da questão ambiental ainda é quase sempre visível nos canteiros de obra, como é possível observar na Figura 10. A disposição irregular destes entulhos, além de causar a poluição do ambiente urbano, pode acarretar sérios danos ao meio ambiente, como exemplo, a contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, obstrução dos leitos de rios e canais, comprometimento do tráfego em vias públicas, degradação da paisagem urbana, entre outros. (SISTEMA FIEB, 2006)

Figura 10 - Disposição Irregular de Resíduos da Construção Civil



Fonte: ECODESENVOLVIMENTO, 2013

De acordo com Agopyan e John (2011), o descarte irregular também pode causar importantes problemas sociais, uma vez que o seu recolhimento implica elevados custos ao município. Ademais, nem todos os produtos são de fácil remoção

Embora boa parte dos resíduos de construção e demolição não sejam considerados perigosos, algumas frações como solventes, óleos, além de outros materiais, inclusive os que contêm amianto (Resolução do Conama 248) são classificados como tal e exigem atenção. Outras fases, como o gesso, atrapalham no processo de reciclagem dos produtos como agregados ou até dificultam a deposição em aterros. Além disso, alguns edifícios, particularmente aqueles que abrigam processos industriais de alto impacto, podem apresentar elevador níveis de contaminação. (AGOPYAN e JOHN, 2011)

Desta forma, ciente da grande quantidade de entulho gerado, da precariedade da disposição dos mesmos e dos danos ambientais e sociais que estes causam, se faz necessário um estudo e um planejamento mais aprofundado em relação aos resíduos sólidos da construção civil. Além de estudos que visem a reutilização destes materiais em diferentes ocasiões, a fim diminuir a quantidade de entulhos gerados e, consequentemente, diminuir a produção de novos materiais.

A crescente geração de resíduos sólidos resultantes de construções civis, demolições e reformas vem exigindo cada vez mais soluções diversificadas de forma a reduzir o descarte de materiais e encaminhamentos para os aterros. Tem-se necessária, também, a potencialização do uso dos resíduos na geração de matérias-primas secundárias através da reciclagem, com vistas a redução da exploração dos recursos naturais não-renováveis, de maneira que contribuam nas condições ambientais dos espaços urbanos. (SILVA et. al, 2015)

4. CERTIFICAÇÕES DE SELO VERDE

Antes de definir o que são as certificações de selo verde é interessante entender o contexto em que estão inseridas. Na década de 40, preocupados principalmente com a saúde do usuário, surgiram em alguns países rótulos e selos com o intuito de mostrar aos consumidores algumas características no processo de fabricação dos produtos e alertar para a presença de substâncias químicas danosas à saúde. Estes rótulos eram estampados nas embalagens como caráter de advertência e a fim de garantir ao consumidor que aquela mercadoria era oriunda de um processo de fabricação específico. Por exemplo, na Alemanha foi desenvolvido o selo *Blue Angel*, o qual certificava produtos provenientes da reciclagem, com baixa toxicidade, entre outros aspectos. Desta forma, os produtos que obtivessem este selo eram garantia de tal processo de fabricação, salvaguardando o usuário da procedência da mercadoria adquirida. Com o passar dos anos, por volta da década de 70, com o movimento ambientalista e o surgimento do novo pensamento acerca da sustentabilidade, começaram a surgir selos verdes, os quais eram elaborados com preocupação ecológica, ou seja, os produtos certificados tinham como prerrogativa causar menor impacto ao meio ambiente. Contudo, estes rótulos eram agregados a produtos e serviços, não englobavam as edificações. (SUSTENTARQUI, 2014)

As mudanças culturais, tecnológicas e comportamentais que a sociedade vem incorporando citadas por Agopyan e John (2011), envolvem também a criação de novas certificações verdes. No ramo da arquitetura e da construção civil, é provável que a obtenção destas certificações sejam a principal iniciativa tomada pelos empreendimentos para realizar uma construção sustentável e com menor impacto ao meio ambiente.

O setor da construção civil, como mencionado anteriormente, possui um grande potencial poluidor e impactante no meio ambiente, uma vez que extrai minerais não renováveis, gera resíduos sólidos, interfere em todo o entorno da obra, entre outros fatores. Diante disso, a conscientização ambiental, que vem crescendo gradativamente a medida que a população começa a sentir os impactos causados pelos seus excessos, começa a abranger também este setor. Conforme Ishikawa (2013), paralelamente a essa conscientização surgem ferramentas que ajudam o setor na adoção de metodologias que agredam menos o ambiente, trazendo benefícios para ocupantes de edifícios, empreendedores, trabalhadores e outros envolvidos no setor, sendo uma delas as certificações ambientais ou certificações de selo verde.

A construção civil é o setor da economia que mais impacta o meio ambiente. Seja pelo elevado consumo de matéria prima e energia, seja pela geração de resíduos ou emissões de gases estufa, as edificações respondem por um grave passivo ambiental.

Mas isso está mudando. Apesar de alguns setores do mercado e do mundo acadêmico ainda ignorarem – e isso é gravíssimo – as vantagens das construções inteligentes e sustentáveis, elas ganham cada vez mais espaço em empreendimentos imobiliários do Brasil e do exterior. De fato, multiplicam-se pelo mundo as políticas públicas que estimulam a eficiência e inibem o desperdício nas edificações. Da mesma forma, cresce a oferta de selos e certificações que orientam o mercado a perceber o que se ganha num imóvel com esse perfil. (TRIGUEIRO, 2017, p. 237)

A definição de certificação, conforme Gonçalves e Duarte (2006), constitui-se em um sistema de avaliação no qual é quantificado o grau de sustentabilidade de um projeto de acordo com determinados critérios de desempenho, que podem englobar desde consumo de energia até tópicos como impacto ambiental gerado por tintas, por exemplo. Além de envolver questões relacionadas ao uso de materiais até aspectos econômicos, sociais e ambientais (pilares da sustentabilidade, mencionados no primeiro capítulo) de edifícios em operação.

A fim de aumentar a confiabilidade de produtos que utilizam técnicas sustentáveis promovendo desenvolvimento econômico e social, diversos institutos independentes foram criados para avaliar empresas, produtos e serviços. No entanto, a criação de diferentes certificações de selo verde nem sempre indica que há uma real importância com a preservação do meio ambiente. E por isso se faz necessário a análise prévia de cada empresa certificadora.

Alguns poucos selos são baseados em avaliações técnicas rigorosas, com critérios conhecidos e discutidos publicamente, avaliações sistemáticas do processo produtivo e acompanhamento do produto no mercado. Este é o caso do FSC (Forest Stewardship Council), que identifica madeira explorada de forma a proteger a floresta e os interesses da sociedade. Outros selos são parte de políticas públicas, como os selos de eficiência energética, incluindo o brasileiro PROCEL EDIFICA. Porém, qualquer pessoa ou entidade pode criar um selo, com o critério que julgar conveniente. Em um estudo sistemático realizado pela Duke University revelou que 75% dos selos não são baseados em estudos que permitam estimar o benefício ambiental que afirmam gerar (GOLDEN et al., 2010). Uma parcela destes nem mesmo torna público seus critérios e métodos de avaliação: somente a fé dos consumidores justifica a sua existência. Mesmo modelos baseados nas normas ISO podem ser pouco rigorosos. (JOHN, 2017)

No Brasil existem, atualmente, cerca de 30 empresas responsáveis por certificações e/ou selos verdes, em que cada uma delas estabelece diferentes metas e critérios para avaliação e obtenção do selo. Vale salientar que tais critérios são estabelecidos dependendo do tipo da certificação e do produto/serviço final.

No Quadro 2, foram listadas as empresas certificadoras de maior destaque no mercado mundial. Nele estão empresas responsáveis por produtos, serviços e edificações, apresentando as características gerais de cada uma, como a logomarca, o nome e a finalidade da empresa certificadora.

Quadro 2 - Empresas certificadoras e seus objetivos

PRINCIPAIS EMPRESAS DE CERTIFICAÇÕES E SELOS VERDES		
LOGOMARCA	NOME	FINALIDADE
	Procel Edifica	Uso racional de energia em todas as fases da edificação.
	Liderança em Energia e Design Ambiental (LEED)	Objetiva incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações com foco na sustentabilidade.
	Carbon Trust Standard	Certifica indústrias, levando em consideração o consumo de energia, emissões de CO2 e consumo de água.
	BREEAM	Avalia o desempenho das medidas de redução de impacto ambiental gerados pelas atividades da construção civil e a vida útil do empreendimento.
	Forest Stewardship Council (FSC)	Certifica áreas e produtos florestais.
	ISO 14001	Certifica o sistema de gestão ambiental de empresas e empreendimentos de qualquer setor.
	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica	Certifica produtos eletrônicos e eletrodomésticos, concedendo selo à produtos com melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria.
	CESVI	Certifica oficinas mecânicas em práticas técnicas e ambientais.

Fonte: SEBRAE, 2016. Adaptação da autora, 2019.

Entre as certificações encontradas no mundo, a LEED e a BREEAM são as de maior destaque no ramo da construção civil. Ambas foram criadas por volta dos anos 90, nos Estados Unidos e Inglaterra, respectivamente. Apesar da proeminência da BREEAM, a mesma é proibida de ser implantada fora do Reino Unido, pois julga necessário que o uso de sistemas deste tipo seja sempre dentro de seus contextos de origem, baseados no caráter local de suas referências de desempenho. (GONÇALVES e DUARTE, 2006). Em contrapartida, o selo LEED pode e já é aplicado em diferentes países, incluindo o Brasil, sendo esse o 4º colocado no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas por esta ferramenta internacional. Por consequência, será dado ênfase a essa certificação, pois a mesma já contempla, inclusive, diferentes edificações no estado de Pernambuco onde a presente pesquisa foi desenvolvida. A propósito, uma destas edificações servirá como caso exemplar e será exposta no capítulo a seguir.

4.1. Certificação LEED

O *U.S Green Building Council* (USGBC) é uma instituição que tem foco em sustentabilidade de edificações e empreendimentos mobiliários, sendo a responsável pela elaboração do selo de certificação LEED, já mencionado anteriormente. A instituição classifica o selo LEED como um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações com o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

Este sistema de avaliação promove uma abordagem ao edifício por inteiro, desde a concepção do projeto até a construção final e a manutenção do mesmo. Para isso, leva em consideração questões de implantação, uso racional de água, eficiência energética, seleção dos materiais, qualidade ambiental interna, estratégias inovadoras e questões de prioridade regional. Além disso, o LEED aborda todos os tipos de edifícios por meio de diferentes sistemas de avaliação, sendo aplicável a todos os edifícios em qualquer etapa de seu ciclo de vida. (GBCBR, 2019)

Diferentes tipologias são associadas ao processo de certificação LEED. No geral, são 8 categorias que variam em função do tipo de projeto e o uso final da construção. São elas:

- LEED NC: Novas construções e grandes projetos de renovação;
- LEED ND: Desenvolvimento urbano de bairro e loteamentos;
- LEED CS: Projetos da parte central do edifício e envoltória, muito comum em edifícios de escritórios;

- LEED Retail NC e CI: Lojas e varejo;
- LEED Healthcare: Unidades de saúde;
- LEED EB_OM: Operação de manutenção de edifícios existentes;
- LEED Schools: Escolas e edifícios educacionais;
- LEED CI: Projeto de interiores ou edifícios comerciais;

No Brasil, as tipologias mais utilizadas são as LEED NC, CS, ND e CI. No entanto, os selos NC e CS correspondem a aproximadamente 80% dos registros no país. Cada tipologia é regida por uma série de normas e critérios que formam um pré-requisito para a obtenção do selo. Estes critérios são definidos a partir da função e característica que a edificação possui. Depois de definida qual a tipologia da edificação, chega a etapa de avaliação dos critérios estabelecidos. Esta avaliação é feita através de um sistema de notas (*rating system*), onde cada regra atendida vale uma quantidade específica de pontos, a fim de certificar se há sustentabilidade e redução do impacto ambiental da construção. Vale ressaltar que para cada tipologia, uma determinada categoria possui uma pontuação diferente. (TOGNETTI, 2015)

Segundo o GBCBR (*Green Building Council Brazil*), a certificação LEED avalia 9 dimensões, conforme ilustrado na Figura 10, nas quais estão os critérios para a obtenção dos pontos citados acima.

Figura 11 – Dimensões analisadas pelas tipologias do selo LEED



Fonte: GBCBR, 2019. Adaptado pela Autora, 2019.

Os 9 grupos apresentados pela Figura 11 reúnem diferentes pontos técnicos e sociais que devem ser levados em consideração durante a avaliação. De acordo com Ishikawa (2013) e com a GBCBR (2019), são eles:

1. **Processo integrado:** método utilizado para o design e operações de ambientes construídos sustentáveis, ou seja, colaboração de todos os envolvidos no projeto, desde a fase de design até a construção de operações diárias, enfatizando as conexões e melhorando a comunicação entre os profissionais e partes interessadas ao longo da vida de um projeto;
2. **Localização e transporte:** encoraja a não implantação de empreendimentos em terrenos inadequados, a redução da distância percorrida por veículos, o aumento da qualidade de vida e a melhoria da saúde humana incentivando atividades físicas diárias;
3. **Terrenos sustentáveis:** encoraja estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e aborda questões fundamentais de grandes centros urbanos, como a redução do uso do carro e da formação das ilhas de calor;
4. **Eficiência hídrica:** promove inovações para o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos;
5. **Energia e atmosfera:** promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras, como por exemplo, simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes;
6. **Materiais e recursos:** encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental (reciclados, regionais, recicláveis, de reuso, etc.) e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários;
7. **Qualidade do ambiente interno:** promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural;

8. **Inovação:** incentiva a busca de conhecimento sobre *Green Buildings*, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do LEED. Pontos de desempenho exemplar estão habilitados para esta categoria;
9. **Prioridade regional:** incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local;

O *Rating System* imposto durante o processo tem o objetivo de contabilizar todos os pontos atingidos em cada uma das etapas citadas acima, a fim diferenciar cada tipo de certificação. No LEED, a quantidade máxima é de 110 pontos, fazendo com que os selos sejam classificados em 4 níveis diferentes (certificado, prata, ouro e platina), como mostra a Figura 11.

Figura 12 - Classificação dos selos LEED



Fonte: GBCBR, 2019

O intuito de difundir as tipologias e categorias que compõem o processo de certificação do selo LEED é entender de forma mais profunda como os empreendimentos serão analisados, a fim de confrontá-lo com a devida preservação do meio ambiente antes, durante e pós obra. É indiscutível que o selo traz benefícios durante a construção, mas não é suficiente. Como será exposto no tópico a seguir.

4.2. Certificação LEED e a preservação do meio ambiente

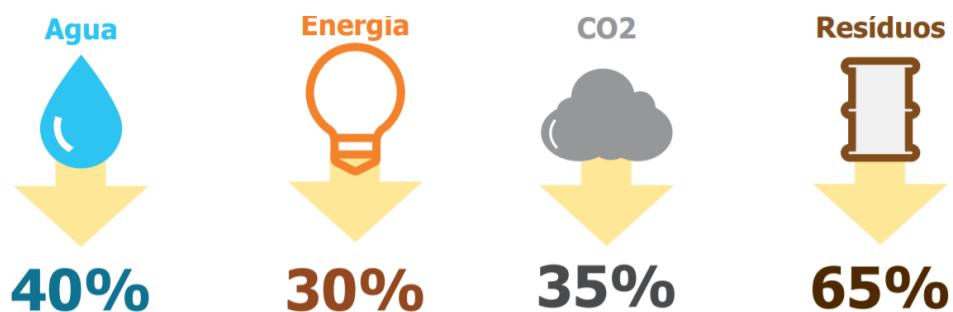
A oferta de certificações verdes é algo que vem crescendo com o passar dos anos, surgindo novas empresas responsáveis por tais serviços e processos de avaliação. A conquista do selo, muitas vezes, é vista e vendida como um benefício para o empreendimento que pretende adquiri-lo, sendo apontado para a instituição quais as vantagens de possuir a imagem de “empresa ecologicamente consciente”, vantagens estas não necessariamente ligadas à pegada sustentável, como por exemplo, captação de novos clientes e fornecedores, redução de

custos, entre outros. Este é um dos motivos que orientou a presente pesquisa, como o desenvolvimento sustentável é utilizado de maneira equivocada, de forma a favorecer e trazer lucro à pequenos grupos, ao invés de se preocuparem com o que realmente importa, a preservação do meio ambiente e, consequentemente, a continuidade das gerações.

Certificações e selos podem ser considerados negócios: organizações vendem esses serviços. Em tese, devem permitir a um leigo identificar produtos que apresentem características desejáveis, que os diferenciem dos concorrentes do mercado. São importantes quando as características que tornam o produto diferente não são aparentes, como no caso da madeira de manejo. No entanto, a proliferação de sistemas de certificações e selos traz mais confusão do que esclarecimento. E o que é pior, muitas vezes, falsas certezas. (AGOPYAN e JOHN, 2011, p. 134)

De acordo com a GBCBR (2019), edificações que possuem selo LEED conseguem uma redução significativa no uso de água e energia, na emissão de CO₂ e na geração de resíduos. Além de exaltar que esta redução, no Brasil, pode chegar em até mais da metade em determinados casos, como mostra a Figura 12.

Figura 13 - Média de reduções no Brasil



Fonte: GBCBR, 2019

Ainda segundo a GBCBR (2019), a obtenção do selo traz diferentes benefícios ao empreendimento, levando em consideração os três pilares da sustentabilidade – ambiental, social e econômico. No entanto, vale salientar que o selo LEED, apesar de apresentar qualidades diversas e trazer certos benefícios ambientais durante o processo de certificação de construções, não é o suficiente para garantir que tal obra seja sustentável, dentro dos mais variados conceitos de sustentabilidade empregados na presente pesquisa. Tais benefícios são apresentados pela empresa certificadora, mas não há, de fato, garantias de que o empreendimento conseguirá alcançar todos eles com máximo desempenho. A seguir, serão expostos nos Quadros 3, 4 e 5, os benefícios ambientais, econômicos e sociais, respectivamente.

Quadro 3 - Certificação LEED - Benefícios Ambientais

BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	
1	- Uso racional e redução da extração dos recursos naturais
2	- Redução do consumo de água e energia
3	- Implantação consciente e ordenada
4	- Mitigação dos efeitos das mudanças climáticas
5	- Uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental
6	- Redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação

Fonte: GBCBR, 2019. Adaptação da Autora, 2019

No Quadro 3, é possível observar todos os aspectos ambientais que a empresa certificadora divulga como garantia ao empreendimento que busca o processo de certificação. Contudo, de acordo com o que foi detalhado no capítulo anterior, percebe-se que os itens do quadro em questão não condizem totalmente com a realidade da grande maioria dos empreendimentos certificados, já que os materiais utilizados em grande parte das obras, como concreto, cerâmica e o aço, trazem diferentes problemas ambientais, desde a sua extração até o seu descarte. Desta forma, não é possível afirmar que a certificação LEED traga benefícios em relação aos itens 1, 2 e 5 do quadro, uma vez que, a construção de edificações nos dias atuais ainda depende da extração de recursos naturais não renováveis e da utilização de materiais causadores de grandes impactos ambientais. É possível afirmar que exista a redução do consumo de água e de energia nos empreendimentos certificados? Sim. No entanto, será que esta economia é suficiente para suprir o gasto de água e energia gastos para a produção dos materiais de construção utilizados? Este é apenas um dos questionamentos acerca de todos os itens expostos no quadro de benefícios ambientais.

Em relação ao Quadro 4, os benefícios econômicos já são colocados em dúvida a partir do primeiro item: diminuição dos custos operacionais. Isto porque a própria certificação tem um custo adicional, em dólar, além do custo da certificação especializada e o acréscimo nos custos da obra. A certificação especializada, apesar de não obrigatória, conta com o apoio técnico de especialistas na obtenção do selo, podendo variar de 0,5% a 1,0% do custo total. Enquanto que as alterações de projeto devido a adoção de práticas sustentáveis, podem custar certa de 1% para o selo “Certificado” e 10% para o Platinum. (TOGNETTI, 2015) Com base nestes dados, fica visível que o benefício econômico adquirido ao empreendedor é devido ao retorno que ele terá do comprador, uma vez que quanto mais caro for o custo da obra, maior será o valor repassado ao consumidor final.

Quadro 4 - Certificação LEED - Benefícios Econômicos

BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	
1	- Diminuição dos custos operacionais
2	- Diminuição dos riscos regulatórios
3	- Valorização do imóvel para revenda ou arrendamento
4	- Aumento na velocidade de ocupação
5	- Aumento da retenção
6	- Modernização e menor obsolescência da edificação

Fonte: GBCBR, 2019. Adaptação da Autora, 2019

Já o Quadro 5, também possui alguns itens controversos como, por exemplo, o item 2, de inclusão social e aumento do senso de comunidade. Este e mais itens do Quadro 4 e também do Quadro 5 serão resgatados no próximo capítulo durante a apresentação do caso exemplar do estádio da Arena Pernambuco.

Quadro 5 - Certificação LEED - Benefícios Sociais

BENEFÍCIOS SOCIAIS	
1	- Melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes
2	- Inclusão social e aumento do senso de comunidade
3	- Capacitação profissional
4	- Conscientização de trabalhadores e usuários
5	- Aumento da produtividade do funcionário; - Melhora na recuperação de pacientes (Hospitais); - Melhora no desempenho de alunos (escolas); - Aumento no ímpeto de compra de consumidores (Comércios);
6	- Incentivo a fornecedores com maiores responsabilidades socioambientais
7	- Estímulo a políticas públicas de fomento a Construção Sustentável

Fonte: GBCBR, 2019. Adaptação da Autora, 2019

Existem outras questões que devem ser levadas em consideração, além dos itens, tidos como benefícios, citados acima. Uma das questões é a grande possibilidade de implantação de um mesmo sistema de avaliação em locais com contexto e cultura completamente diferentes. De acordo com o GBCBR (2019), nos últimos 25 anos, o LEED desempenhou um papel fundamental nos esforços de sustentabilidade em todo o mundo. Ou seja, um único sistema de

avaliação sendo divulgado e implantado em diferentes países com diferentes contextos sociais, econômicos e ambientais. Como foi possível observar no tópico anterior, as questões de regionalidade são apenas uma das nove categorias de avaliação, ou seja, mesmo se não contemplada, a edificação ainda pode ser certificada. Entre os problemas de regionalidade está o uso de materiais de construção que não existem em abundância no local, fazendo necessário o seu transporte e, desta forma, emitindo dióxido de carbono na atmosfera, como já relatado no capítulo anterior. Além disto, o próprio critério utilizado para determinar a regionalidade também deixa um pouco a desejar, tendo em vista que são permitidos materiais até um raio de 800km de distância da obra, conforme analisado durante a entrevista realizada ao gestor de sustentabilidade da Arena Pernambuco.

Outro ponto a ser analisado na certificação é o fato de que o selo não é operacional, é algo válido apenas durante a realização da obra. Isto é, não existe uma validade ou período para manutenção dos processos que foram uma exigência para obtenção do selo. Desta forma, durante a obra, o empreendimento pode até cumprir todas as regras impostas pela certificação, mas caso queira parar de utilizar os artefatos considerados sustentáveis, a obra permanecerá reconhecida como tal. Além disto, o empreendimento pode receber o selo antes mesmo da sua inauguração, ou seja, recebe o título de sustentável antes de avaliar os dados reais do empreendimento em uso.

[...] apesar do nome, o LEED não exige que os edifícios provem que estão à frente da curva em eficiência de energia e água. Os candidatos podem adquirir o status LEED apenas oferecendo modelos de computador que projetam o edifício que atendem a um determinado limite. Além disso, eles podem fazer isso antes mesmo de o prédio ser ocupado. Depois disso, os edifícios não precisam demonstrar eficiência contínua. (FORBES, 2014)

Não necessariamente ligado ao processo de certificação do selo LEED, mas efetivamente ligado ao interesse dos novos empreendimentos em obtê-lo, estão os bancos financiadores. Esta questão é relevante para a presente pesquisa, pois mostra, na maioria das vezes, o real interesse em um empreendimento adquirir tal selo. Isto porque, segundo uma matéria da Revista Veja (2011), as obras de caráter sustentável crescem e despertam o interesse dos bancos, os quais oferecem algumas vantagens no financiamento para obras com responsabilidade ambiental. Além disto, ainda segundo a matérias, por se tratar deste modelo de projeto, os bancos já analisam o crédito de financiamento de forma diferenciada. Alguns bancos, inclusive, exigem que o projeto do empreendimento seja aprovado por entidades certificadores de qualidade ambiental reconhecida.

Ciente de alguns dos aspectos controversos do processo de certificação LEED, fica o questionamento: o empreendimento certificado é de fato sustentável ou quer apenas passar a imagem de um empreendimento ecologicamente correto a fim de obter certos benefícios?

4.3. Green Marketing e Greenwashing

Desde a origem da primeira empresa até os dias atuais, o objetivo maior no ramo dos negócios é o mesmo: obtenção de lucro. Com isso, atualmente as empresas passaram a analisar mais minuciosamente as necessidades e anseios de seus clientes. Segundo Nandanyiova e Kliestikova (2017), as empresas inteligentes concentram seus objetivos não apenas de maneira econômica, mas também inclui pontos ambientais e sociais em sua atividade empreendedora.

O padrão de vida e o perfil de consumo da sociedade está mudando gradualmente, como já mencionado acima, e como consequência disso, o consumo sustentável é uma preocupação crescente na vida dos negócios. Todavia, ainda segundo as autoras, muitas empresas tiram proveito desta mudança de comportamento para obter vantagens em benefício próprio, criando falsas imagens dos seus produtos e, consequentemente, sua empresa a fim de desviar a atenção do público dos reais impactos procedentes das suas atividades. Duas formas de conseguirem isso é através do *Green Marketing* (Marketing Verde) e *Greenwashing* (Lavagem Verde).

A demanda dos consumidores cria novos nichos de mercado para as empresas. Elas precisam garantir que sua produção atenda aos requisitos de sustentabilidade para se envolverem com sucesso em linhas de negócios ecológicos. Para isso, as empresas devem praticar as estratégias de *Green Marketing*. Por outro lado, os consumidores devem saber a diferença entre *Green Marketing* e *Greenwashing*. (KRAEV, 2015)

De acordo com Associação Americana de Marketing (2014, apud Kraev, 2015), a definição de *Green Marketing* pode ser dividida em três categorias:

- **Definição de varejo:** é a comercialização de produtos que são supostamente corretos ecologicamente;
- **Definição de marketing social:** é o desenvolvimento e comercialização de produtos destinados a minimizar os efeitos negativos sobre o ambiente físico ou para melhorar a sua qualidade;

- **Definição ambiental:** esforços de organizações para produzir, promover, embalar e recuperar produtos de maneira sensível e crítica às preocupações ecológicas;

De uma forma geral, segundo Nandanyiova e Kliestikova (2017), o marketing verde é uma abordagem holística e responsável que inclui a identificação, previsão e busca de oportunidades para satisfazer as necessidades das partes interessadas, em geral, sem impactos negativos na sociedade e no meio ambiente.

O conceito de "marketing verde" é a prática comercial que considera as preocupações dos consumidores com relação à preservação e conservação do meio ambiente natural. O marketing verde que anteriormente e principalmente focado no contexto ecológico foi deslocado para mais questões de sustentabilidade nos esforços de marketing e o foco principal agora está no contexto socioeconômico e ambiental. Portanto, o marketing verde agora lida com o comércio justo de benefícios socioeconômicos e responsabilidades ambientais através do negócio verde. (ZAMAN et. al, 2010)

Em geral, as empresas e empreendimentos que são, de fato, ecologicamente corretas utilizam deste artifício para divulgação da sua marca. No entanto, outras empresas não tão responsáveis ecologicamente também utilizam deste artifício, mas com outro propósito: levar informações não verdadeiras aos seus consumidores finais a fim de promover seus produtos como ambientalmente sustentáveis. Neste cenário, pode-se atribuir o conceito de *Greenwashing*.

O conceito de *Greenwashing* deriva do termo *Whitewashing*, o qual entende-se por ser uma maneira de mascarar fatos desconfortáveis e/ou desfavoráveis ao marketing da empresa. A diferença é que o primeiro é caracterizado pelo seu enfoque ambiental. As empresas ao praticarem este tipo de marketing procuram promover a sua marca como ambientalmente responsável, embora isso não seja totalmente verdade. (NANDANYIOVA e KLIESTIKOVA, 2017) Isto funciona através de campanhas e/ou propagandas de produtos, serviços, causas ou certificados ecológicos enganosos para a publicidade, podendo, inclusive, prejudicar a imagem da empresa e a acarretar a perda de clientes. (KRAEV, 2015)

Alguns exemplos de casos com *Greenwashing* citados por Nandanyiova e Kliestikova são:

- Toalhas de papel feitas parcial ou totalmente de materiais reciclados, os quais são completamente antieconômicos;
- Louça descartável compostável, com altos custos de transporte e fabricação;

- Garrafas de água, para as quais os fabricantes estão tentando atrair a menor quantidade de plástico que, no entanto, os produtos ecológicos não devem conter;
- Biocombustível a partir de etanol produzido a partir de milho, sua produção também requer um galão de óleo;
- Produtos para limpeza doméstica, para os quais os consumidores devem prestar mais atenção, em particular, às declarações ambíguas (eco amigável, biológica, orgânica, ecológica);

O estudo destes conceitos é importante para o presente trabalho, pois descreve as diferentes maneiras como as empresas agem para atualizar suas marcas e produtos de acordo com os novos pensamentos acerca da consciência ambiental e como tendem a divulgá-los, mesmo que as informações não correspondam com a realidade. Além disto, segundo Zaman et. al (2010), o marketing verde está no foco da atual estratégia de marketing devido à pressão resultante da conscientização ambiental referente às mudanças climáticas globais e que para isto, foram consideradas diversas iniciativas para apoiar programas e práticas ambientais, sendo uma destas principais iniciativas a rotulagem ecológica, objeto principal do presente trabalho. Os autores ainda afirmam que existem diferentes tipos disponíveis desta rotulagem no mercado atual, mas que os seus princípios básicos são ignorados na maioria das práticas ambientais. Fato que corresponde a um dos objetivos da presente pesquisa e que será discutido no capítulo a seguir ao apresentar o caso exemplar da Arena Pernambuco.

5. CASO EXEMPLAR – ARENA DE PERNAMBUCO

No presente capítulo será apresentado o caso exemplar analisado durante a pesquisa: o projeto da Arena Pernambuco. Aqui será dada uma breve apresentação do empreendimento e algumas informações a respeito do seu projeto e, principalmente, sobre o processo de certificação ao qual foi submetida. Tal análise foi possível através de realização de pesquisas e de uma entrevista ao gestor de sustentabilidade da arena juntamente com o assistente técnico.

5.1. Apresentação e informações de projeto

Localizada na Região Metropolitana do Recife (RMR), no município de São Lourenço da Mata, a Arena Pernambuco é, na verdade, apenas um dos equipamentos de um grande projeto urbanístico, chamado Cidade da Copa. Este projeto pretende incorporar locais de moradia, trabalho, instituições educacionais e espaços de lazer, sendo previsto o prazo de conclusão para 2025. O projeto da Cidade da Copa conta com o estádio, estrutura urbana e projetos âncoras, residências, prédios comerciais e ampliação das unidades habitacionais e comerciais. (ZIRPOLI, 2018)

[...]a Cidade da Copa em São Lourenço da Mata é anunciada pelos seus empreendedores como a primeira SmartCity da América Latina. Além da construção da arena multiuso com capacidade para 46 mil pessoas, no megaprojeto estão previstos os usos habitacional, entretenimento e negócios, centro de convenções e feiras, e campus universitário. Conforme seus idealizadores, a cidade se estrutura em 4 pilares: “conveniência, segurança, eficiência e sustentabilidade”. E conforme proposta, ela terá “lugar para morar, trabalhar, aprender e se divertir” (ODEBRECHT, 2012 apud RAMALHO, 2015)

No entanto, devido a diversos fatores jurídicos, sociais, financeiros, entre outros, o estádio da Arena Pernambuco foi um dos poucos equipamentos entregues, como mostram as Figuras 14 e 15. A arena Pernambuco, também conhecida como Arena Capibaribe, foi resultado do projeto de um novo estádio para receber os jogos da Copa do Mundo-Fifa de 2014. No entanto, concebida com a perspectiva multiuso, a arena também é capaz de sediar eventos de outros esportes, shows, feiras e convenções. (PORTAL DA COPA, 2013)

Figura 14 – Cidade da Copa: Projeto proposto



Fonte: PORTAL DA COPA, 2014

Figura 15 - Cidade da Copa: Projeto entregue



Fonte: PORTAL DA COPA, 2014

5.2. Processo de certificação da Arena Pernambuco

Entrando no universo do processo de certificação da Arena Pernambuco, a primeira informação relevante é o tipo de selo que o empreendimento recebeu. Apesar da primeira intenção do empreendimento, segundo o gestor de sustentabilidade da arena, ser o selo Certificado, a obra atingiu 59 pontos, pontuação suficiente para receber a certificação de selo LEED SILVER, como mostra a Figura 16, ficando a apenas um ponto de conseguir a LEED GOLD.

Figura 16 – Fotografia do certificado LEED Silver - Arena Pernambuco



Fonte: Acervo da autora, 2019

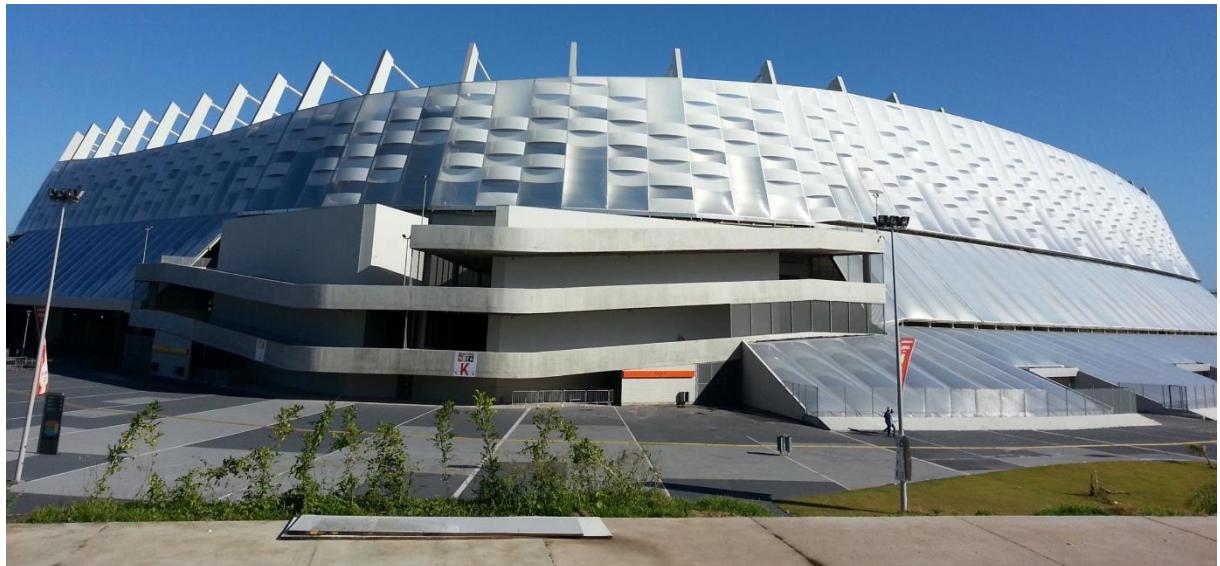
A Arena PE tem, de fato, vários artefatos, atividades e serviços que buscam minimizar impactos ambientais, sociais e econômicos, conforme observado durante a visita de campo. Entre eles estão:

5.2.1. Fachada em ETFE

Etileno Tetrafluoroetileno (ETFE) é um plástico a base de flúor e tem a capacidade de regular com segurança as condições ambientais do edifício através da transparência UV, a qual também possibilita uma iluminação cenográfica na fachada. Além disto, devido ao baixo coeficiente de atrito, ela evita que a poeira ou sujeira grudem na superfície, reduzindo os

requisitos de manutenção. O material também possui qualidades acústicas, pois são preenchidos com ar de um sistema pneumático para criar almofadas, fornecendo isolamento termo acústico. O ETFE também é facilmente reciclável e tem longa duração. (ARCDAILY, 2015) Este material foi utilizado em quase toda a extensão da fachada da Arena, como mostra a Figura 17.

Figura 17 - Fachada em ETFE



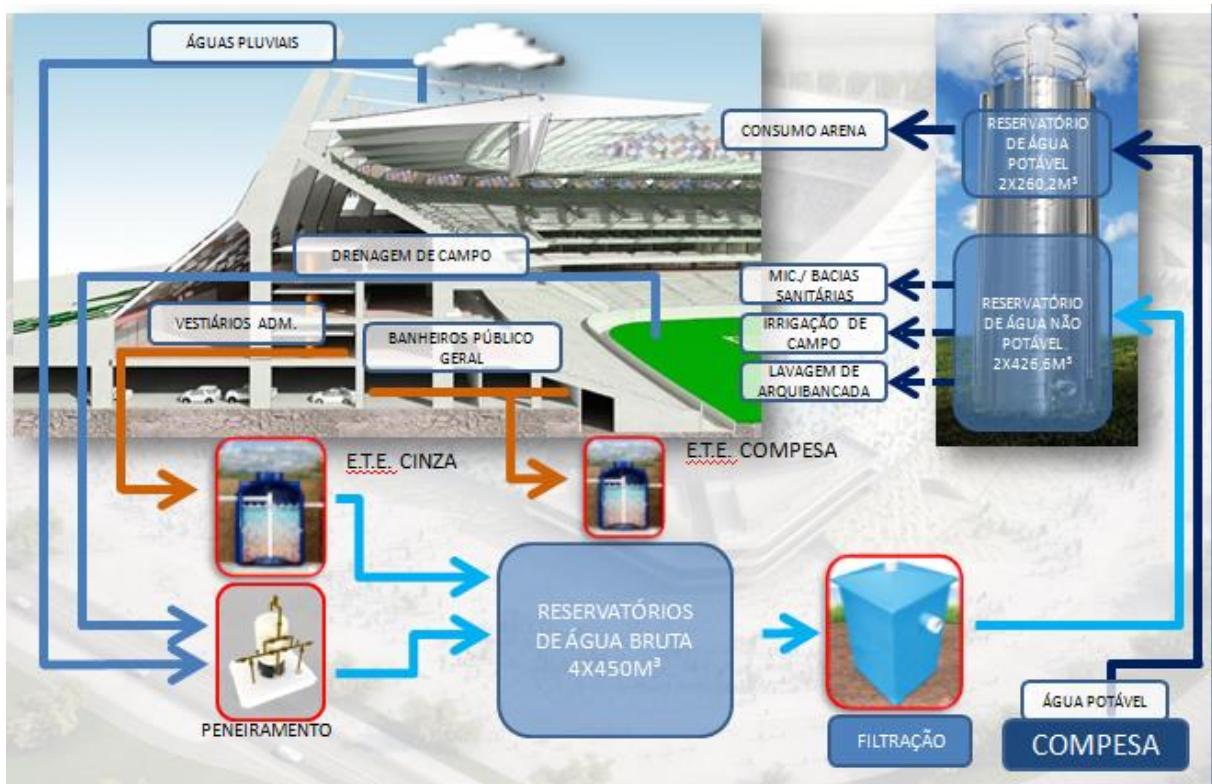
Fonte: FERNANDES ARQUITETOS ASSOCIADOS, 2013

5.2.2. Captação da água da chuva

A captação da água da chuva coleta cerca de 50 mil litros de por dia. Abaixo das arquibancadas há um sistema de tanques para o reaproveitamento desta água. Esta é utilizada para irrigação do campo e jardins, instalações sanitárias e limpeza das arquibancadas. Este sistema possui quase que um ciclo fechado de tratamento. Por exemplo, a água da chuva é recolhida, filtrada e utilizada para a irrigação do campo. Em seguida, essa mesma água é recolhida do campo e passa por todo o processo de filtração de novo. Isto colabora para que aproximadamente 2.200 m³ de água deixem de ir ao esgoto e retornem às tubulações do edifício. (ARCDAILY, 2015)

De acordo com os dados obtidos durante a entrevista realizada, no total a arena comporta 4 tanques com capacidade de 450L cada. Durante grandes períodos de chuva, quando a capacidade dos tanques chega ao limite, esta água é devolvida ao Rio Capibaribe. A Figura 18 mostra o esquema do sistema de captação de água pluvial enquanto que a Figura 19 mostra o sistema de tanques e de distribuição.

Figura 18 - Esquema do sistema de captação da água da chuva



Fonte: Acervo da administração da arena, 2015

Figura 19 - Tanque para captação da água da chuva e sistema de distribuição



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2019

5.2.3. Usina solar

A usina solar da Arena PE, também conhecida como Usina Solar São Lourenço da Mata, hoje em dia, é a responsável pelo abastecimento de energia da arena. Segundo o gestor, ela gera cerca de 30% de economia nos custos de energia. Em dias normais, toda a iluminação

é feita através da usina. No entanto, em eventos de casa cheia, cerca de 30% do abastecido geral é da usina, enquanto que os outros 70% ficam de responsabilidade da Companhia Energética de Pernambuco (CELPE). Ainda de acordo com o gestor, a instalação da usina ocupa uma área de 15.000 m² e conta com 3.600 placas, como mostra a Figura 20, resultando na geração de 1MWp (Mega Watt pico), o equivalente para abastecer 6 mil habitantes.

Figura 20 - Placas Fotovoltaicas na Usina Solar São Lourenço da Mata



Fonte: ANEEL, 2019.

5.2.4. Incentivo ao uso de iluminação natural

Ao entrar na Arena PE, provavelmente a primeira coisa que irá chamar a sua atenção é o grande painel de iluminação natural, ilustrados na Figura 21. Este painel possibilita a entrada da luz natural, diminuindo a necessidade de luz artificial. Além da economia de energia, também é fundamental para uma maior sensação de bem-estar. Além deste painel, também foi utilizado um sistema diferenciado de coberta neste setor, iluminando o segundo, terceiro e quarto nível da arena.

Apesar deste sistema de favorecimento da insolação promover benefícios em relação à iluminação do local, a falta de ventilação natural neste local torna impraticável a estadia quando o sistema de refrigeração não estiver em funcionamento.

Figura 21 - Utilização de artifício para iluminação natural



Fonte: FERNANDES ARQUITETOS ASSOCIADOS, 2013

Outros pontos positivos em relação às práticas sustentáveis da Arena são a central de reciclagem e a utilização de materiais reciclados na fabricação de equipamentos instalados no local. De acordo com os dados obtidos na entrevista, a central de reciclagem funciona em parceria com 27 famílias de cooperativas de catadores da região. Primeiro a arena faz o recolhimento do lixo e leva até a central. Em seguida, a os catadores fazem a separação dos materiais recicláveis e um funcionário faz a prensa desse material para que a arena possa vender. Após a venda, o dinheiro é doado às 27 famílias participantes.

Em relação ao uso de materiais reciclados durante a construção da arena, de acordo com a entrevista, 30% dos materiais utilizados foram de segunda mão. Entre os materiais estão o aço, o cimento e as cadeiras das arquibancadas.

5.3. Análise da aquisição do selo LEED Silver pelo empreendimento

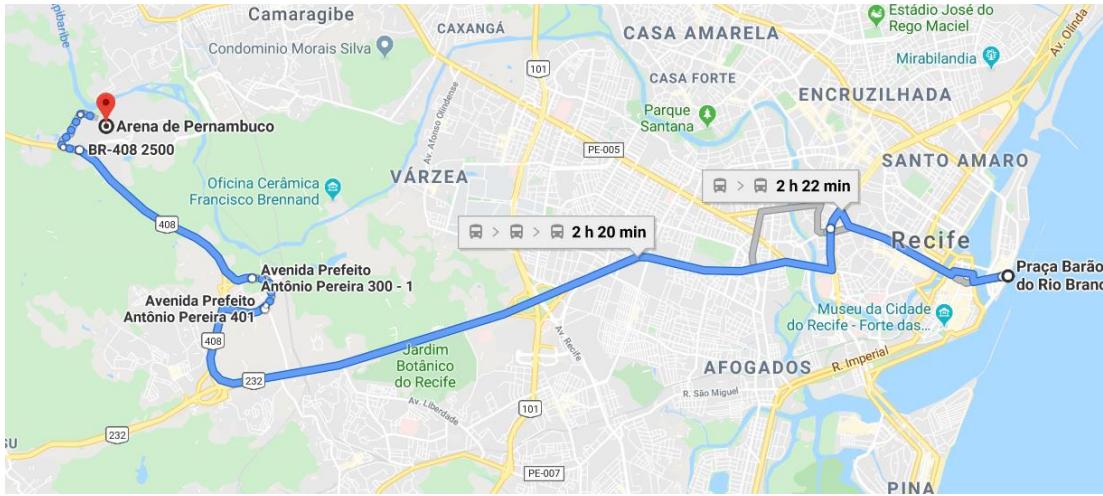
Nesse tópico serão resgatados alguns dos critérios estabelecidos para obtenção do selo LEED citados no capítulo anterior, além de alguns itens tidos como benefícios apresentados nos Quadros 3, 4 e 5 a fim de confrontá-los com a realidade da construção da Arena Pernambuco. Os resultados de tal análise serão separados em questões ambientais, sociais e econômicas, respectivamente, de acordo com os três pilares da sustentabilidade.

5.3.1. Questões ambientais

Um dos primeiros pontos observados durante toda a pesquisa foi o tamanho do empreendimento e a quantidade de material que foi preciso para alcançar a marca de 129.581m² de área construída. Salientando ainda que este valor é referente apenas ao complexo do estádio, não contemplando as construções âncoras que dão suporte à arena, como rodovias, estações de metrô, entre outras. O Quadro 3, apresentado no capítulo anterior, traz alguns itens relacionados pela empresa certificadora como possíveis benefícios ambientais que um empreendimento certificado pode trazer, como o uso racional e redução da extração dos recursos naturais (item 1), a implantação consciente e ordenada (item 2) e o uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental (item 5).

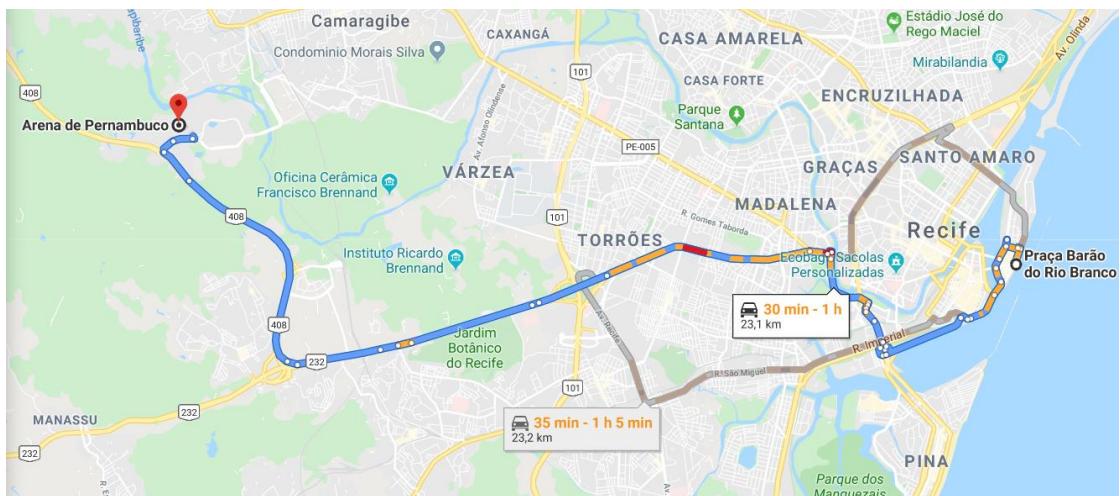
Fazendo uma análise por item, pode-se afirmar que, em relação aos itens 1 e 5, não é possível que a arena traga tal benefício para a sociedade, uma vez que a mesma ainda utiliza de materiais causadores de grandes impactos ambientais, como o concreto, o aço e a cerâmica, dos quais já se conhece os danos oriundos desde o momento da sua extração até o momento do seu descarte. Já o item 2 pode ser confrontado pelo simples fato da Arena Pernambuco ser a única arena construída para a Copa do Mundo-Fifa 2014 que se encontra fora da malha urbana, ficando a 20km de distância do centro do Recife. Isto fez com que fosse necessária a construção de novos acessos para veículos motorizados, como o Ramal Cidade da Copa, além de novas estações de transporte coletivo, como o Terminal Integrado Cosme Damião. Este fato também contradiz 2 das 9 dimensões que são analisadas pelas tipologias do selo LEED – Localização e Transporte e Terrenos Sustentáveis – expressas na Figura 11. A primeira diz que a certificação encoraja a redução da distância percorrida por veículos, enquanto que a segunda encoraja a redução do uso veículo particular. No caso da arena é possível afirmar que nenhum dos dois critérios foi atendido, tendo em vista que a escolha do local não favoreceu de forma alguma a redução do uso do veículo particular justamente devido ao local da sua implantação. Uma forma de corroborar com esta afirmação é evidenciando os transtornos que a população precisa enfrentar ao tentar acessar o empreendimento em dias de grandes eventos através dos transportes coletivos devido às obras não concluídas e ao acesso ainda precário. Isto faz com que grande parte das pessoas prefiram ir de carro próprio, enfrentando grandes tráfegos e, consequentemente, emitindo grande quantidade de CO₂ na atmosfera. As Figuras 22 e 23 representam a diferença no tempo de deslocamento para a arena através do transporte público e do carro particular, tomando como ponto de partida o marco zero da cidade.

Figura 22 - Tempo de deslocamento para arena com transporte coletivo



Fonte: GoogleMaps, 2019

Figura 23 - Tempo de deslocamento para arena com carro particular



Fonte: GoogleMaps, 2019

O Plano Operacional para a Copa está sendo finalizado pela equipe técnica de mobilidade urbana. Com relação ao metrô, a estação mais próxima da Arena Pernambuco é a Cosme e Damião, que fica a 2,5 km do estádio localizado em São Lourenço da Mata, na Região Metropolitana do Recife. Nessa estação, operacionalizada pela CBTU/Metrorec, serão construídas rampas e instaladas escadas rolantes, oferecendo outras rotas de saída aos usuários, além da escada e do elevador já existentes. No entanto, a intenção do Governo do Estado é reduzir a participação do metrô no esquema de transporte público dos 55% observados na Copa das Confederações da FIFA Brasil 2013 para 39,78% no Mundial de 2014, a partir da ampliação das opções de transporte rodoviário. Um exemplo é o aumento na quantidade de estacionamentos periféricos, de onde partirão ônibus circulares com destino à Arena Pernambuco. Além do Parqtel (estacionamento situado a 3 km do estádio) e dos estacionamentos de shoppings, está prevista a utilização dos espaços disponíveis no Parque de Exposições do Cordeiro e na Universidade Federal de Pernambuco. (GLOBO ESPORTE, 2014)

Desta forma, não faz sentido Governo do Estado investir em um empreendimento que tenha prerrogativas que incentivem o uso do transporte público e a redução do carro particular, se ele próprio ignora essa prática e impulsiona exatamente o contrário. É assim que se percebe que o conceito de sustentabilidade corresponde muito mais do que apenas uma edificação e que o selo LEED sozinho não garante sustentabilidade no que concerne a preservação ambiental.

Outro questionamento acerca da sustentabilidade da arena Pernambuco é em relação à dimensão de Materiais e Recursos, também ilustrado na Figura 11, que encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental como reciclados, regionais, recicláveis, de reuso, entre outros. Durante a visita técnica a arena, o assistente técnico informou que todas as cadeiras da arquibancada do estádio foram feitas a partir de plástico reciclado, o que caracteriza um ponto positivo ao empreendimento. No entanto, é importante analisar algumas questões como, por exemplo, a origem do plástico que foi reciclado, a responsabilidade durante o processo de reciclagem, quanto de energia e água foi gasto no processo, entre outros. Isto porque o fato da cadeira ser de plástico reciclado não anula os males resultantes de possíveis irresponsabilidades ambientais que possam ser cometidas durante a reciclagem, como também pode não compensar a sua utilização dependendo da distância que o plástico a ser reciclado precise percorrer para realização de tal processo. Além disto, durante a exibição de um vídeo que mostra detalhes da arena Pernambuco, divulgado pelo Portal da Copa (2014), foi possível observar que todas as cadeiras da arquibancada chegaram ao local com uma espécie de saco plástico para sua proteção, como exposto na Figura 24. Logo, de que adianta fabricar a cadeira em material reciclado se serão fabricados mais de 46 mil sacos plásticos para proteger-las antes da inauguração e depois serem descartados? É este tipo de indagação que é necessária para que as entidades e empresas certificadoras prestem mais atenção aos pequenos detalhes que são esquecidos durante o processo.

Figura 24 - Arquibancada protegida por sacos plásticos



Fonte: PORTAL DA COPA, 2014.

5.3.2. Questões sociais

Um dos grandes impasses da construção da arena Pernambuco é justamente o fato de ter ocasionando um grande impacto social no município onde está inserida e o seu entorno. De acordo com Ramalho (2015), um dos mais sérios impactos resultantes da implantação das obras da Copa são as desapropriações que atingiram famílias, principalmente de comunidades pobres, de vários municípios da RMR, levando ao desaparecimento de quarteirões inteiros em várias localidades.

Sem dados oficiais e sem a discussão quanto aos projetos, os números de desapropriados foram estimados com base em algumas apresentações do governo estadual, com o depoimento de pessoas atingidas e com informações da Matriz de Responsabilidade do Governo Federal. Dessa forma, estima-se que existem mais de duas mil famílias desapropriadas e removidas em função das obras da Copa na RMR, entre elas destacam-se: 333 para implantação da Arena e Cidade da Copa, 59 para implantação do Terminal Integrado de Cosme e Damião, 952 para a implantação da Via Mangue (removidas para Conjunto Habitacional), 420 para implantação da Radial Leste/ Oeste, 38 para implantação da Radial Norte/Sul; além de outras desapropriações para as obras da BR 408, Terminal Integrado de Camaragibe, entre outros. (RAMALHO, 2015, p. 39)

Segundo o jornal G1 (2014), o processo de desapropriação foi duramente criticado por especialistas que faziam parte do Comitê Popular da Copa, grupo que acompanhou o desenrolar das obras e suas consequências junto à população. A mestrande em antropologia pela Universidade Federal de Pernambuco e integrante do comitê, Alice Bezerra de Mello, expressou preocupação sobre a forma como os moradores foram comunicados sobre o despejo na época e ainda critica a falta de assistência às famílias e denuncia a morte de sete pessoas em decorrência do processo desgastante das desapropriações.

"O governo contratou uma empresa terceirizada para fazer o serviço, mas eles só colocaram adesivos nas casas que seriam desapropriadas e não passaram informações precisas, como a data para sair e o valor das indenizações. O que preocupa é que a Copa começou a ser planejada em 2007 e não houve planejamento para essas famílias, como habitacionais ou doação de terreno. O que foi dado foi uma indenização insuficiente para as pessoas comprarem imóveis iguais aos que tinham". [...] "Hoje, há famílias que não receberam o dinheiro porque a ação ainda está na Justiça. O que eu percebi é que a moradia delas piorou, passando para aluguel, casa de parentes. A indenização não suficiente para eles serem capazes de refazer vida, e não foi só a casa que eles perderam, foi o posto de saúde, a escola das crianças, a convivência com os vizinhos" (JORNAL G1, 2014)

Corroborando com as críticas de Alice Bezerra, Ramalho (2015) também afirma que alguns moradores, com o pouco valor recebido pela indenização, foram morar em locais enquanto que outras famílias se abrigaram em casas de parentes ou começaram a pagar aluguel,

resultando em dificuldades financeiras e os condicionando a viver em situação mais precária do que viviam antes.

No caso dos moradores de Cosme Damião, a demolição das suas casas foi tida como necessária para possibilitar a construção do Terminal Integrado de Cosme e Damião. No entanto, a obra não chegou a ser concluída e hoje a área serve apenas de estacionamento para os ônibus do Estação.

Figura 25 – Bairro do Timbi antes das desapropriações para obras da Copa 2014



Fonte: JORNAL G1, 2014

Figura 26 - Bairro do Timbi após as desapropriações para obras da Copa 2014



Fonte: JORNAL G1, 2014

A sustentabilidade no âmbito social é um contraponto ao item 2 do Quadro 5 de benefícios sociais, uma vez que, exposto estes acontecimentos, não é possível afirmar que a construção da arena teve qualquer aumento do senso de comunidade. Principalmente pelo fato de ter insistido na desapropriação de mais de 2 mil famílias em troca de algo que sequer foi construído ou finalizado, como mostram as Figuras 25 e 26.

Acredita-se que as desapropriações sejam o mais grave dano social proveniente da construção das obras âncoras relacionadas ao funcionamento da Arena Pernambuco. Contudo, a fim de confrontar os critérios estabelecidos pela empresa certificadora de selo LEED, observa-se que existem outros itens que também não condizem com a realidade deste empreendimento, como é o caso do grupo 7, referente à qualidade do ambiente interno, representado na Figura 11. Este grupo é responsável por promover a qualidade interna do ar e priorizar espaços com vista externa e luz natural. Através da visita realizada à Arena Pernambuco é indiscutível que na elaboração do projeto foram previstas medidas que propiciaram estes aspectos, como exposto pela Figura 21. No entanto, a visita também permitiu constatar que tais recursos só foram utilizados em áreas abertas ao público, as quais só são utilizadas em dias de evento ou para passagem. Nas salas administrativas e de manutenção que possuem uso diário não foram constatados o uso de iluminação e ventilação natural, apenas artificial. Este aspecto acaba por contradizer, mais uma vez, o Quadro 5, ao deixar claro que o item 5 do mesmo não foi contemplado, uma vez que não colaboram com o aumento da produtividade dos trabalhadores, tendo em vista que o ambiente de trabalho não se diferencia de outros estabelecimentos não certificados, os quais, inclusive, podem possuir um ambiente de trabalho menos enclausurado, trazendo uma melhor sensação de bem-estar ao funcionário e, consequentemente, aumentando seu nível de produção. Ou seja, o fato de ser uma edificação com economia de energia, água, entre outros aspectos, não interfere no rendimento do trabalhador. As figuras 27 e 28 mostram algumas destas instalações.

Figura 27 - Salas administrativas da Arena Pernambuco



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2019

Figura 28 - Salas de manutenção da Arena Pernambuco



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2019

Apesar da certificação ter sido emitida apenas para a Arena Pernambuco, ela corresponde a um único instrumento de um amplo projeto urbanístico: a Cidade da Copa. Desta forma, é possível estabelecer uma relação do selo de certificação da arena com o projeto por inteiro, tendo em vista que a mesma não faz parte do projeto de forma isolada, sem interferir nos outros equipamentos. Logo, percebe-se que este empreendimento mostra, mais uma vez, que não atende aos requisitos de sustentabilidade social. Pois, com a conclusão do projeto da Cidade da Copa, a possibilidade do processo de Gentrificação³ ocorrer é enorme, uma vez que grandes empreendimentos tendem a valorizar a área em que serão inseridos, aumentando o custo de vida e interferindo diretamente na população local que não tem condições de se adaptar à nova realidade e acabam deixando suas casas em busca de locais mais acessíveis, não só financeiramente, mas também socialmente.

5.3.3. Questões econômicas

Como já citado no capítulo anterior, a empresa certificadora busca mostrar aos empreendimentos interessados em obter a certificação que um dos seus benefícios será a diminuição dos custos operacionais, como demonstrado no Quadro 4, item 1. É preciso evidenciar o quanto esta informação é, no mínimo, controversa, tendo em vista o próprio valor da certificação, além dos custos adicionais para atender os critérios de avaliação.

³ **Gentrificação:** fenômeno que afeta uma região ou bairro pela alteração das dinâmicas da composição do local, valorizando a região e afetando a população de baixa renda local. Seguida de um aumento de custos de bens e serviços, dificultando a permanência de antigos moradores de renda insuficiente para sua manutenção no local cuja realidade foi alterada.

No caso da Arena Pernambuco, durante a entrevista, foi relatado pelo gestor que o custo da obra aumentou consideravelmente após a decisão de participar do processo de certificação. Todavia, devido aos mais variados processos jurídicos que envolvem a Arena Pernambuco, entre eles a Operação Lava Jato⁴ e a Operação Fair Play⁵, muitos dados tornaram-se sigilosos, dificultando o acesso às informações referentes aos valores reais dos orçamentos da obra. Com isso, não foi possível estipular o quanto a certificação onerou ao orçamento geral do projeto. Apesar do sigilo dessas informações, o Governo Federal Brasileiro divulgou no site Portal da Copa (2013) que, só para a construção da usina solar foram investidos mais de R\$ 12.8 milhões, valor que, muito provavelmente, não seria gasto caso o empreendimento não procurasse a obtenção do selo. Esta informação já é suficiente para refutar o argumento da empresa de que a processo de certificação diminui gastos operacionais.

Ainda de acordo com o Quadro 4, o item 4 afirma que, caso o empreendimento seja certificado, um dos benefícios é o aumento na velocidade de ocupação. Se tratando da Arena este item é irrelevante, tendo em vista que o projeto já tinha um uso bem definido antes mesmo de decidir se certificar. O objetivo maior era sediar os jogos da Copa do Mundo-Fifa 2014 e este objetivo seria atingido, sendo a arena certificada ou não. Isto porque o prazo para a ocupação já estava determinado pelas datas dos jogos. Ou seja, o fato de ser certificada não influenciou na ocupação da mesma, tendo em vista que a sua utilização já era mais que certa e com data marcada.

As desapropriações aos moradores das comunidades atingidas pelas obras da arena citadas anteriormente, não ocasionaram apenas impactos sociais, causaram também prejuízos financeiros ao Estado. Vale ressaltar que a presente pesquisa não trata o pagamento destas indenizações como desnecessário, muito pelo contrário, este pagamento representa o mínimo de dignidade que estas famílias recebem em casos como este. No entanto, se tratando das comunidades do Timbi e Cosme e Damião, o valor repassado aos moradores é considerado um prejuízo, tendo em vista que as obras idealizadas para o local em questão não foram concluídas e as famílias foram desapropriadas em vão. Ou seja, sem as desapropriações, o dinheiro nem deveria ter saído dos cofres públicos. Segundo o jornal G1 (2014), de acordo com a Secretaria Executiva de Desapropriações (SEDES), no total foram 459 desapropriações para as obras da Copa, totalizando R\$ 102.528.738,48 (cento e dois milhões, quinhentos e vinte e oito mil, setecentos e trinta e oito reais e quarenta e oito centavos). Levando em consideração que este número de desapropriação relatado pela SEDES está relativamente mais baixo do que o

⁴ **Operação Lava Jato:** esquema de investigação de lavagem de dinheiro.

⁵ **Operação Fair Play:** operação contra suposto esquema de superfaturamento nas obras da Arena Pernambuco.

apresentado pela pesquisa de Ramalho (2015), ficam os seguintes questionamentos: quanto será que se gastou dos cofres públicos para indenizar famílias pela a demolição suas propriedades a troco de nada? E quantos serviços do setor público poderiam ter sido realizados com esta quantia em prol da população local? Diante deste cenário a crítica ao selo em relação a sua sustentabilidade econômica é totalmente pertinente, já que quando se trata de sustentabilidade não é aceitável tratar com condições particulares, é preciso avaliar o todo. Ou seja, no caso da arena o selo LEED pode até trazer benefícios econômicos no sentido de redução nos gastos de energia e água, mas trouxe um grave transtorno financeiro à região. Vale ressaltar que, além dos gastos com as indenizações, a Arena já chegou a gerar um custo de até R\$ 5 milhões por mês aos cofres públicos, segundo o Jornal G1 (2018).

Além das três questões relacionadas acima existe um ponto que despertou bastante curiosidade a medida que a presente pesquisa foi desenvolvida, o qual não está diretamente ligado apenas à construção da Arena Pernambuco, e sim a todos os grandes empreendimentos que buscam o processo de certificação: o interesse dos bancos financiadores à projetos sustentáveis.

Se tratando das arenas projetadas para a Copa do Mundo de 2014, segundo o NE10 (2017), a adoção de medidas de sustentabilidade nos estádios da Copa foi um requisito solicitado pelo governo brasileiro para liberar o financiamento para as obras através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Tamanha curiosidade surgiu a partir do momento que foi afirmado, durante entrevista realizada para a presente pesquisa, que esta obra em questão só procurou se certificar por conta da exigência do banco e que tal medida só foi tomada após o início das obras. Esse tipo de imposição levanta indagações no sentido de procurar esclarecer se os bancos estão realmente interessados na sustentabilidade ou se estão apenas interessados no retorno financeiro já que, como o valor da obra aumenta devido a certificação, maior seria o valor liberado no financiamento e consequentemente, maiores seriam os juros recebidos por eles. No que concerne aos empreendimentos, estas exigências são uma forma de “sustentabilidade forçada”, já que o principal interesse é a liberação do financiamento.

Diante disto, supõe-se que inicialmente os projetos para a Cidade da Copa e, consequentemente, da Arena Pernambuco não tinham preocupações com questões de sustentabilidade na construção, levando a crer que o selo LEED Silver, adquirido pelo empreendimento, foi resultado de uma busca por capital para realização da obra e não da preocupação socioambiental da empresa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se propôs a conhecer os princípios da sustentabilidade adotados em todo o mundo, a fim de compreender a sua essência e, com isso, poder entender os processos de certificação de selos verdes existentes, em especial a certificação do selo LEED e poder confrontá-los ao analisar a relação entre eles levando em consideração aspectos ambientais, sociais e econômicos e, por fim, verificar se a certificação é garantia de sustentabilidade. A partir do estudo desses conceitos foi possível observar que é pouco provável que exista uma edificação que seja completamente sustentável.

É indiscutível que a preocupação com a sustentabilidade no setor da construção civil e com o desperdício, mesmo que tardia, vem crescendo e se tornando cada vez mais forte. Um exemplo disto é uma gama de produtos que visam minimizar os impactos sobre o meio ambiente como, por exemplo, bacia sanitária de baixo consumo de água, torneiras automáticas, placas solares, madeiras certificadas, lâmpadas de LED, entre outros. Isto possibilita que o projeto de arquitetura, além de prever uma obra menos ofensiva durante o processo criativo com o aproveitamento da iluminação e ventilação natural, por exemplo, também possa prevê-la durante a especificação de materiais. No entanto, mesmo com a utilização desses produtos, a sustentabilidade ainda está comprometida, já que a sua não utilização é dos males, o menor.

A presente pesquisa partiu do pressuposto de que a conquista do selo LEED não era suficiente para garantir a sustentabilidade de uma edificação. Ciente de todas as informações expostas no presente trabalho, fica o seguinte questionamento: como é possível uma edificação ser considerada sustentável se a sua construção fere os três pilares da sustentabilidade ao gerar diversos danos ambientais, sociais e econômicos? Vale ressaltar que a intenção do presente trabalho não é condenar a prática de certificações verdes, incluindo a LEED, pois é sabido e reconhecido a quantidade de benefícios que eles trazem. A real intenção é orientar a população, estudantes e, principalmente, arquitetos e engenheiros, de que estes selos são insuficientes para garantir a sustentabilidade da edificação e que muito ainda precisa aprofundado e estudado para que um dia as certificações possam alcançar tamanha credibilidade.

Só o fato de uma certificação possuir níveis de pontuação, já mostra que sua avaliação é ineficiente, tendo em vista que não existem classificações de sustentabilidade. Ou seja, algo é ou não é sustentável, não existe meio termo. Não faz sentido algum, já que, enquanto os impactos ambientais são quantitativos, a maioria dos selos são qualitativos, direcionando os empreendimentos à aprovação ou reprovação. Ademais, as certificações se tornam duvidosas

a partir do momento que podem ser criadas por qualquer pessoa ou entidade, estabelecendo os critérios que acharem pertinentes. Desta forma, podemos dizer que os processos de certificação não são sustentáveis, são apenas menos impactantes.

Por fim, espero que esta pesquisa sirva como aprendizado e que estimule as pessoas a sempre procurar a verdade por trás de qualquer selo/rótulo e deixe de aceita-lo como verdade absoluta, salientando que a sustentabilidade começa nas ações de cada um.

REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2018/2019. [2019]. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 23 nov. 2019.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil: volume 5.** São Paulo: Blucher, 2011.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Usina Solar São Lourenço da Mata.** [2019]. Disponível em: <http://aulasdeenergianeo.com.br/parques-usinas/usina-solar-sao-lourenco-da-mata/>. Acesso em: 27 nov. 2019

AsBEA, Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Guia sustentabilidade na arquitetura.** São Paulo: Editora Prata Design, 2012.

AURELIO, **Minidicionário Aurélio da língua portuguesa.** 4^a edição. Curitiba: Positivo, 2009.

AURELIO, **Minidicionário Aurélio da língua portuguesa.** 8^a edição. Curitiba: Positivo, 2015.

BBC NEWS. **Climate change: the massive CO2 emitter you may not know about.** [2018]. Disponível em: https://www.bbc.com/news/science-environment-46455844?utm_medium=website&utm_source=archdaily.com.br. Acesso em: 10 nov. 2019

BRT, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. **Dossiê técnico: impactos ambientais na indústria da cerâmica vermelha.** [2012]. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTcwNQ==>. Acesso em: 17 nov. 2019.

BRUNDTLAND, G. H. *et al.* **Nosso futuro comum.** 2^a edição. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CEBDS. **IPCC divulga relatório sobre mudança climática e terra.** [2019]. Disponível em: <https://cebds.org/blog/ipcc-relatorio-mudanca-climatica-e-terra/#.XZSFPEZKhPY>. Acesso em 01 out. 2019.

CETEM, Centro de Tecnologia Mineral. **Banco de dados recursos minerais e comunidade: impactos humanos, socioambientais e econômicos.** [2016]. Disponível em: https://www.cetem.gov.br/jornadas/jornadas-do-programa-de-capacitacao-institucional/item/download/1780_5d16d815ab0e05144cb740c1733ca8c8. Acesso em 04 out. 2019.

CORDEIRO, Itamar José Dias. **Consumo sustentável no Brasil: reflexões sobre os discursos do poder público, da iniciativa privada e do terceiro setor.** [2012]. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10586/1/ijdc.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2019.

EBC, Empresa Brasil de Comunicação. **Estudo confirma impactos da mineração no país.** [2014]. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-e-inovacao/noticia/2014-12/estudo-do-cetem-confirma-impactos-da-mineracao-no-pais>. Acesso em: 03 out. 2019.

ECODESENVOLVIMENTO. **O que fazer com entulhos de construção.** [2013]. Disponível em: <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2013/marco/entulhos-de-construcao.-o-que-fazer>. Acesso em: 25 nov. 2019

ECYCLE. **Ferro: importância e impactos de sua extração.** [2019]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/4013-ferro>. Acesso em: 10 nov. 2019.

EMGE, Escola de Engenharia de Minas Gerais. **Consequências da exploração mineral, catástrofes e responsabilidades no panorama Africano.** [2018]. Disponível em: <https://domtotal.com/noticia/1271257/2018/07/consequencias-da-exploracao-mineral-catastrofes-e-responsabilidades-no-panorama-africano/>. Acesso em: 03 out. 2019.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e meio ambiente no Brasil.** [2002]. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/minera.pdf. Acesso em: 09 nov. 2019.

FORBES. **Os edifícios com certificação LEED são frequentemente menos eficientes em energia do que os não certificados.** [2014]. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/realspin/2014/04/30/leed-certified-buildings-are-often-less-energy-efficient-than-uncertified-ones/#6dadde672554>. Acesso em: 26 nov. 2019

GBCBR, Green Building Council Brasil. **Compreenda o LEED.** [2019] Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/docs/leed.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2019.

GLOBO ESPORTE. **Arena Pernambuco – Recife (PE).** [2014]. Disponível em: <http://globoesporte.globo.com/futebol/copa-do-mundo/historia/arena-pernambuco-recife-pe.html>. Acesso em: 27 nov. 2019

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino.** [2006]. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3720/2071>. Acesso em: 05 nov. 2019.

IGC, Instituto de Geociências – USP. **Os minerais e suas aplicações.** [2003]. Disponível em: <http://www.igc.usp.br/index.php?id=308#targetText=Minerais%20usados%20para%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20de,para%20cer%C3%A2mica%3A%20argila%2C%20feldspato>. Acesso em: 03 out. 2019.

ISHIKAWA, Bruno Atsushi. **Análise da implantação das certificações ambientais LEED e AQUA: estudo de caso em alguns empreendimentos.** [2013]. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119461/000800581.pdf?sequence=1>. Acesso em 30 out. 2019.

JOURDA, Françoise-Hélène. **Pequeno manual do projeto sustentável.** São Paulo: G. Gilli, 2009.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis.** São Paulo: Bookman, 2010.

KRAEV, Venelin. **How to identify green washing in a green marketing strategy.** [2015]. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.901.106&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 26 nov. 2019.

JOHN, Vanderley M. **Materiais de construção e o meio ambiente.** [2017]. Disponível em: <http://ppgec.poli.usp.br/wp-content/uploads/sites/277/2017/05/VMJOHN-Materiais-e-o-meio-ambiente-2017-09-30-1.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

JORNAL G1. Com obras inacabadas e famílias despejadas, Copa chega ao fim em PE. [2014]. Disponível em: <http://g1.globo.com/pernambuco/noticia/2014/06/com-obras-inacabadas-e-familias-despejadas-copa-chega-ao-fim-em-pe.html>. Acesso em: 27 nov. 2019

JORNAL G1. Documentos de órgãos federais apontam superfaturamento de R\$ 80 milhões na construção da Arena de PE, diz TCE. [2018]. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/tce-reune-documentos-de-orgaos-federais-que-apontam-superfaturamento-de-r-80-milhoes-na-construcao-da-arena-de-pe.ghtml>. Acesso em: 28 nov. 2011

LASSU. Laboratório de Sustentabilidade – USP, Sustentabilidade, Conceituação. [Entre 1990 e 2019] Disponível em: <http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/pilares-da-sustentabilidade/>. Acesso em: 24 mai. 2019.

LEITE, Carlos; MARQUES, Juliana di Cesare. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano.** Porto Alegre: Bookman, 2012.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **The next industrial revolution. The Atlantic.** [1998]. Disponível em: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1998/10/the-next-industrial-revolution/304695/>. Acesso em: 01 abr. 2019.

MELLO, Claudia Souza de; LOMARDO, Louise. **Sustentabilidade aplicada à arquitetura – uma reflexão sobre as edificações públicas no Brasil.** [2016]. Disponível em: <http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/cpgau/article/view/2016.1%20Mello/6064>. Acesso em: 24 maio 2019.

MELO, Daniele de Castro Pessoa de. **Processo de calcinação da gipsita/resíduo em um forno rotativo contínuo para a produção de gesso beta reciclável.** [2012]. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11783/1/TESE%20de%20Daniele%20de%20Castro.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2019

NADANYIOVA, Margareta; KLIESTIKOVA, Jana. **Green Marketing vs. Greenwashing. How to protect against Negative Impact of Greenwhasing?** [2017]. Disponível em: https://www.academia.edu/34136954/Green_Marketing_vs._Greenwashing._How_to_protect_against_Negative_Impact_of_Greenwashing. Acesso em: 26 nov. 2019

NATIONAL GEOGRAFIC. Jovens em greve contra as mudanças climáticas: “Estamos lutando pelas nossas vidas”. [2019]. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/2019/03/jovens-estudantes-greve-pelo-clima-mudancas-climaticas-mundo-greta-thurnberg>. Acesso em: 01 out. 2019.

ODEBRECHT. Itaipava Arena Pernambuco recebe o nível prata da certificação de sustentabilidade LEED. [2014]. Disponível em: <https://www.odebrecht.com/pt-br/itaipava-arena-pernambuco-recebe-o-nivel-prata-da-certificacao-de-sustentabilidade-leed>. Acesso em: 21 nov. 2019.

O GLOBO. Greve global pelo clima reúne milhões ao redor do mundo. Protesto pode ser o maior da história. [2019]. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/greve-global-pelo-clima-reune-milhoes-ao-redor-do-mundo-protesto-pode-ser-maior-da-historia-23961271>. Acesso em: 29 de set. 2019.

O GLOBO. Protestos no mundo contra mudanças climáticas. [2019]. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/fotogalerias/protestos-no-mundo-contra-mudancas-climaticas-23961470>. Acesso em: 29 de set. 2019.

ONUBRa. Nações Unidas no Brasil. **A ONU e o meio ambiente.** [entre 2016 e 2019]. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 17 mar. 2019.

ONUBRb. Nações Unidas no Brasil. **A extração mundial de matérias-primas triplicou em quatro décadas, diz PNUMA.** [2016]. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/extracao-mundial-de-materias-primas-triplicou-em-quatro-decadas-pnuma/>. Acesso em: 09 nov. 2019.

ONUBRc. Nações Unidas no Brasil. **ONU: mais de 70% da população mundial viverá em cidades até 2050.** [2013]. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-mais-de-70-da-populacao-mundial-vivera-em-cidades-ate-2050/>. Acesso em: 23 set. 2019.

PESCAMADORA. **Samarco terá que pagar R\$ 4,4 bilhões para compensar tragédia de Mariana.** [2016]. Disponível em: <https://www.pescamadora.com.br/2016/04/samarco-tera-que-pagar-r-44-bilhoes-para-compensar-tragedia-de-mariana/>. Acesso em: 03 out. 2019.

PET ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Impactos ambientais causados pela mineração.** [2018]. Disponível em: <http://www.petesa.eng.ufba.br/blog/impactos-ambientais-causados-pela-mineracao>. Acesso em: 03 out. 2019.

POLITIZE. **Barragem de rejeitos e os casos Mariana e Brumadinho.** [2019]. Disponível em: <https://www.politize.com.br/barragem-de-rejeitos/>. Acesso em: 04 out. 2019.

PORTAL DA COPA. **Arena Pernambuco – Detalhes.** [2014]. Disponível em: <http://www.copa2014.gov.br/pt-br/sedes/recife/arena>. Acesso em: 27 nov. 2019

RAMALHO, Ana Maria Filgueira. **Recife: os impactos da copa do mundo 2014.** [2015]. Disponível em: http://www.suelourbano.org/wp-content/uploads/2017/09/megaeventos_recife2015.pdf Acesso em: 27 nov. 2019

RAZÃO SOCIAL. **Sustentabilidade! Como surgiu?** [2015]. Disponível em: <https://www.razaosocial.eco.br/blog/sustentabilidade-como-surgiu/>. Acesso em: 24 mai. 2019.

REVISTA VEJA. **Obra sustentável cresce e desperta interesse de bancos.** [2011]. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/obra-sustentavel-cresce-e-desperta-interesse-de-bancos/>. Acesso em: 26 nov. 2019.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. **Construção civil e a degradação ambiental.** Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em: 02 out. 2019.

SEBRAE. **Relatório de Inteligência.** Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2016_7_CERTIFICA%C3%87%C3%95ES_VERDE.pdf. Acesso em: 18 fev. 2019.

SILVA, Otávio Henrique da. UMADA, Murilo Keith. POLASTRI, Paula. NETO, Generoso de Angelis. ANGELIS, Bruno Luiz Domingo de. MIOTTO, José Luiz. **Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil.** [2015]. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/20558/pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019

SISTEMA FIEB. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: redução, reutilização e reciclagem.** [2006]. Disponível em: http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177_xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf. Acesso em: 25 nov. 2019

SUSTENTABILIDADE. **Dicionário online de português.** Disponível em: <https://www.dicio.com.br/sustentabilidade/>. Acesso em: 20 fev. 2019.

SUSTENTARQUI. **Uma breve história sobre os selos verdes.** Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/uma-breve-historia-sobre-os-selos-verdes/>. Acesso em: 25 mai. 2019.

TOGNETTI, Giuliano. **Certificação LEED: resumo prático do que é e como conseguir esse selo de edifício sustentável.** [2015]. Disponível em: <http://engenheironocanteiro.com.br/certificacao-leed-selo-green-building/>. Acesso em: 18 nov. 2019.

TRIGUEIRO, André. **Cidades e soluções: como construir uma sociedade sustentável.** Rio de Janeiro: Leya, 2017.

UNIVERSO JATOBA. **Impactos ambientais das siderúrgicas.** [2013]. Disponível em: <http://www.universojatoba.com.br/sustentabilidade/consumo-consciente/impactos-ambientais-das-siderurgicas>. Acesso em: 10 nov. 2019.

VALE. **Entenda o que são barragens de rejeito.** [2016]. Disponível em: <http://www.vale.com/samarco/PT/Paginas/entenda-barragens-rejeito.aspx>. Acesso em: 04 out. 2019.

VALE, Sancha A. **A minimização dos impactos ambientais causados pela produção de cerâmica vermelha com utilização da análise racional para formulações de massa.** [2006]. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/marciovarela/disciplinas/artigos-publicados/a-minimizacao-dos-impactos-ambientais-causados-pela-producao-de-ceramica-vermelha-com-utilizacao-da-analise-racional-para-formulacoes-de-massa>. Acesso em: 16 nov. 2019.

VOLTOLINI, Ricardo. **Rótulos, selos e certificações verdes: uma ferramenta para o consumo consciente.** Disponível em: <https://www.ideal sustentavel.com.br/pdf/IS20%20-20Dossie%20v3.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2019.

WRI BRASIL. **8 Coisas que você precisa saber sobre o relatório de mudanças climáticas do IPCC.** [2018]. Disponível em: <https://wribrazil.org.br/pt/blog/2018/10/oito-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-o-relatorio-de-mudancas-climaticas-do-ipcc>. Acesso em: 02 out. 2019.

ZAMAN, Atiq Uz. MILIUTENKO, Sofia. NAGAPETAN, Veranika. **Green marketing or green wash? A comparative study of consumers' behavior on selected Eco and Fair trade labeling in Sweden.** [2010]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228667746_Green_marketing_or_green_wash_A_c

omparative_study_of_consumers'_behavior_on_selected_Eco_and_Fair_trade_labeling_in_Sweden. Acesso em: 26 nov. 2019.

ZIRPOLI, Cassio. **As 4 fases da inexistente Cidade da Copa, com projetos de 2014 a 2025.** [2018]. Disponível em: <http://cassiozirpoli.com.br/as-4-fases-da-inexistente-cidade-da-copa-com-projetos-de-2014-a-2025/>. Acesso em: 27 nov. 2019