

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em ENGENHARIA AMBIENTAL

**VIABILIDADE, APLICABILIDADE E INCENTIVOS NO USO DE MATERIAIS  
SUSTENTÁVEIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL: COMPARATIVO ENTRE BRASIL E  
PORTUGAL**

Stephani Cristine dde Souza Lima

Rio Claro (SP)

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Câmpus de Rio Claro

***STEPHANI CRISTINE DE SOUZA LIMA***

VIABILIDADE, APLICABILIDADE E INCENTIVOS NO USO  
DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS PARA A CONSTRUÇÃO  
CIVIL: COMPARATIVO ENTRE BRASIL E PORTUGAL

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto  
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de  
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista  
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau  
de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

***Rio Claro - SP***  
2019

L732v

Lima, Stephani Cristine de Souza

Viabilidade, aplicabilidade e incentivos no uso de materiais sustentáveis para a construção civil: comparativo entre Brasil e Portugal / Stephani Cristine de Souza Lima. -- Rio Claro, 2019  
90 f. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientadora: Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

1. Construção civil. 2. Construção sustentável. 3. Legislação. 4. Direito tributário. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

***STEPHANI CRISTINE DE SOUZA LIMA***

**VIABILIDADE, APLICABILIDADE E INCENTIVOS NO USO DE  
MATERIAIS SUSTENTÁVEIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL:  
COMPARATIVO ENTRE BRASIL E PORTUGAL**

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de  
Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio  
Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de  
Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro  
Ambiental.

Comissão Examinadora

Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Marcelo Loureiro Garcia

Rodrigo Prieto Rocha

Rio Claro, 13 de novembro de 2019.

*Clauciana Schmidt Bueno de Moraes.*

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais por todo apoio, conselhos, paciência e incentivo em todas as etapas da minha vida e principalmente na aventura de mudar de cidade para realizar o sonho de me formar engenheira.

Aos meus amigos e amigas que me acompanharam nesta aventura de me tornar engenheira e que definitivamente vamos continuar com toda a amizade e companheirismo. Eric, Carolina, Cintia, Luana, Natalia e Viviane, tenho certeza que ainda compartilharemos ainda mais conquistas e felicidades

A própria UNESP merece um agradecimento especial por todo o conhecimento transmitido durante os anos de graduação, por ter me proporcionado conhecer diversas áreas de conhecimento, conhecer pessoas incríveis e a evoluir como pessoa.

Dentre as aventuras que me fizeram crescer muito tenho que citar minha entrada no projeto PGR em que conheci a Clauciana que me abriu vários horizontes e me ajudou a aproveitar muito a vida acadêmica como pesquisadora e nunca me deixava esquecer que a prática era sempre essencial.

Outro momento que merece destaque foi minha entrada na empresa júnior EJEAmb que me ensinou a importância de se trabalhar em equipe, sempre ajudar todos a se desenvolverem ao máximo e principalmente me ajudou a entender como seria meu estilo de trabalho como profissional.

Agradeço muito a todas as pessoas com quem trabalhei na Suzano por me ajudarem neste início de carreira, por todo os ensinamentos e companheirismo durante os dois anos de estágio.

## RESUMO

A construção civil é um setor extremamente impactante ao meio ambiente, tanto pela geração de resíduo como pela extração de matéria prima, a partir de tal fato foi notada a necessidade de se utilizar materiais menos impactantes ao meio ambiente e que possuíssem características equivalentes aos materiais usuais. O objetivo deste trabalho foi diagnosticar os principais materiais sustentáveis existentes no Brasil e Portugal para uso na construção civil, e aplicar a metodologia proposta neste trabalho que analisa diversos indicadores de sustentabilidade dos materiais, resultando em uma análise quantitativa dos materiais levantados juntamente com uma análise qualitativa das legislações e boas práticas do Brasil e de Portugal. A metodologia de análise de materiais consiste em uma planilha que os materiais receberão notas e em sequência será realizado uma média aritmética simples para atribuir a nota em sequência da análise dos materiais teremos a análise das legislações pelo método indutivo. Os resultados obtidos foram os materiais ranqueados e analisados através de notas juntamente com propostas de incentivos em que as práticas, sistemas e órgãos consolidados de Brasil e Portugal foram analisados, adaptados e melhorados para a realidade brasileira.

**Palavras Chave:** *Materiais sustentáveis, Construção sustentável, Viabilidade Socioambiental e Econômica; Incentivos Fiscais e Legais*

## **ABSTRACT**

Civil construction is an extremely environmentally impacting sector, both for waste generation and for the extraction of raw materials. From this fact, it was noted the need to use materials that are less environmentally impacting and have characteristics equivalent to the usual materials. The objective of this work was to diagnose the main sustainable materials in Brazil and Portugal for use in civil construction, and to apply the methodology proposed in this paper that analyzes various indicators of material sustainability, resulting in a quantitative analysis of the materials surveyed together with a qualitative analysis. of the laws and good practices of Brazil and Portugal. The material analysis methodology consists of a spreadsheet that the materials will receive grades and in sequence will be performed a simple arithmetic average to assign the grade in the analysis of materials we will have the analysis of the laws by inductive method. The results obtained were ranked and analyzed through notes along with incentive proposals in which the practices, systems and consolidated organ of Brazil and Portugal were analyzed, adapted and improved to the Brazilian reality.

**Keywords:** Sustainable Materials, Sustainable Construction, Socioenvironmental and Economic Viability; Tax breaks

## SUMÁRIO

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                    | 7  |
| 2. OBJETIVOS .....                                                                     | 8  |
| 2.1. OBJETIVO GERAL .....                                                              | 8  |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                        | 8  |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....                                                          | 9  |
| 3.1 O SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: CONTEXTO E SUSTENTABILIDADE .....                     | 9  |
| 3.2 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: BRASIL E PORTUGAL. ....              | 12 |
| 3.2.1 LEED - Leadership in Energy and Environmental Design.....                        | 12 |
| 3.2.2. AQUA – Alta Qualidade Ambiental .....                                           | 14 |
| 3.2.3. LiderA .....                                                                    | 15 |
| 3.2.3 SBTool.....                                                                      | 16 |
| 4. METODOLOGIA.....                                                                    | 18 |
| 4.1 COMO PONTUAR OS MATERIAIS.....                                                     | 23 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                        | 25 |
| 5.1 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS MATERIAIS SUSTENTÁVEIS PARA USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL..... | 25 |
| 5.1.1 Concreto.....                                                                    | 27 |
| 5.1.2 Cimento .....                                                                    | 29 |
| 5.1.3 Agregados.....                                                                   | 37 |
| 5.1.4 Madeira .....                                                                    | 49 |
| 5.1.5 Bambu .....                                                                      | 51 |
| 5.1.6 Terra .....                                                                      | 53 |
| 5.1.7 ISOPET .....                                                                     | 56 |
| 5.1.8 Tubopet .....                                                                    | 58 |
| 5.1.9 Gesso .....                                                                      | 59 |
| 5.1.10 Steel Frame e Wood Frame.....                                                   | 61 |
| 5.1.11 Materiais de Mudança de Fase .....                                              | 63 |
| 5.1.12 Vidros .....                                                                    | 65 |
| 5.1.13 Tintas.....                                                                     | 67 |
| 5.2 PORCENTAGENS DOS CUSTOS PARA CONSTRUÇÕES .....                                     | 68 |
| 5.3. RANKINGS.....                                                                     | 69 |
| 5.3.1. Ranking Geral .....                                                             | 69 |
| 5.3.2. Ranking estrutural tradicional.....                                             | 70 |
| 5.3.3. Ranking estrutural sustentável .....                                            | 70 |



|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.3.4. Ranking acabamento.....                                                             | 70 |
| 5.4 COMPARAÇÃO DAS LEGISLAÇÕES BRASILEIRA E PORTUGUESA COM AS PROPOSTAS DE INCENTIVOS..... | 70 |
| 5.4.1 Legislação internacional.....                                                        | 70 |
| 5.4.2 Legislação da construção sustentável em Portugal .....                               | 71 |
| 5.4.2.1 Agência Portuguesa do Ambiente .....                                               | 71 |
| 5.4.2.2. Sistema de Registro de Declarações Ambientais de Produto.....                     | 72 |
| 5.4.3 Legislação brasileira .....                                                          | 72 |
| 5.4.3.1 Pagamento por serviços ambientais .....                                            | 73 |
| 5.4.3.2 Produção mais limpa (P+L) e ecoeficiência .....                                    | 73 |
| 5.4.3.3 IPTU Verde .....                                                                   | 74 |
| 5.4.3.4 Poluidor pagador.....                                                              | 75 |
| 5.5 COMPARATIVO DAS LEGISLAÇÕES .....                                                      | 75 |
| 5.6. POSSIBILIDADE DE UTILIZAR INCENTIVOS FISCAIS E/OU TRIBUTÁRIOS.....                    | 76 |
| 5.6.1 Exemplos de incentivos federais implantados.....                                     | 77 |
| 5.6.2 Exemplos de incentivos estaduais implantados.....                                    | 77 |
| 5.6.3 Exemplos de incentivos municipais implantados.....                                   | 77 |
| 5.7 PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE INCENTIVO E SISTEMA .....                                | 77 |
| 5.7.1 Proposta de sistema de registro de material .....                                    | 77 |
| 5.7.2 Proposta de incentivo tributário e fiscal .....                                      | 78 |
| 6. CONCLUSÃO .....                                                                         | 80 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....                                                        | 81 |

## 1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental vem despertando a preocupação mundial desde a década de 70, pois o crescente desenvolvimento tecnológico, o aumento na qualidade de vida e as mudanças nos padrões de ideal estabelecidos à sociedade resultam no aumento do consumo dos recursos naturais juntamente assim como os impactos negativos decorrentes das atividades humanas.

Conforme diversos estudos e análises é possível dizer que a indústria da construção civil se tornou o setor que mais impacta negativamente o meio ambiente no que se diz respeito do consumo de recursos naturais e geração de resíduos. Portanto soluções como a construção sustentável se fazem necessárias, pois ao utilizar técnicas oriundas desta escola é possível aumentar a eficiência, durabilidade, reciclabilidade, desempenho e aproveitamento de recursos no canteiro de obras, além de existir impactos positivos no canteiro de obras como a redução de ruído, entulho, materiais, manutenção, consumo de energia entre outros benefícios.

Portanto, devido a crescente necessidade de aumentar a sustentabilidade no setor da construção civil este trabalho visa de forma geral estudar as tecnologias e alternativas no campo da construção sustentável, em especial, os materiais mais sustentáveis existentes que podem ser utilizados nas edificações e propor medidas e incentivos fiscais e econômicos que o governo brasileiro incentive práticas e escolhas sustentáveis nesta indústria tradicionalmente não sustentável.

Em sequência da análise quantitativa realizada nos materiais elencados foi realizada uma análise qualitativa das legislações vigentes em Portugal e no Brasil para analisar e elencar boas práticas, incentivos fiscais e legais adotadas por ambos os países em seus territórios nacionais juntamente com a avaliação das suas particularidades.

Após elencadas as principais legislações, incentivos e boas práticas nos dois países foi executada uma análise comparativa de forma a explicitar as melhores prática usadas para a sustentabilidade do país e do setor da construção civil, desta forma definir propostas que tenham diversos níveis de abrangência (nacional, estadual e municipal) e as mesmas possam ser adaptadas e implantadas a diversas realidades brasileiras.

Portanto este trabalho visa realizar análises quantitativas dos materiais selecionados junto de uma análise qualitativa de legislações e propor novas soluções simplificadas e adaptadas a realidade brasileira nos âmbitos dos materiais sustentáveis assim como legislativo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

- Diagnosticar os materiais sustentáveis existentes para possível uso da construção civil no Brasil e em Portugal, propor uma metodologia para análise da aplicabilidade e viabilidade, bem como os possíveis incentivos para sua utilização.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar os materiais sustentáveis existentes no Brasil e em Portugal e possíveis uso na construção civil.
- Analisar sua aplicabilidade através da metodologia proposta neste trabalho.
- Analisar quais são os incentivos existentes em termos legais e financeiros no Brasil e em Portugal.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: CONTEXTO E SUSTENTABILIDADE

Com o passar dos anos a preocupação com o meio ambiente vem aumentando e esta preocupação ganhou um grande destaque em 1987, com a Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento que através do Relatório de Brundtland apresentou ao mundo o conceito de desenvolvimento sustentável sendo ele “Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazerem as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987).

Uma possível interpretação desta definição é que com o dinamismo que engloba a sociedade atual, esta como um todo busque sempre o equilíbrio nas suas ações e atividades para não se prejudicar esgotando seus recursos assim garantindo que as gerações futuras possam usufruir destes recursos de maneira plena assim como seus antecessores. Em resumo o desenvolvimento sustentável visa ensinar a minimizar os impactos ambientais gerados pelo homem, preservar todos os sistemas naturais e tudo que deles faz parte e principalmente reduzir o consumo de recursos e a produção de resíduos.

Por tais motivos se criou um diagrama extremamente conhecido que mostra que o desenvolvimento sustentável se trata da consequência da união das esferas social, ambiental e econômica (FIGURA 1), este possuindo inúmeras versões.

Figura 1: Pilares da sustentabilidade



Fonte: Giovanelli (2019)

A sustentabilidade possui inúmeras definições e devido a este fato fica a encargo do autor escolher a que melhor se encaixa em seu objeto de análise, assim para a construção civil podemos citar a definição de sustentabilidade sendo “um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica” (CIB; UNEP-IETC, 2002).

Devido a nova mentalidade resultante do conceito de sustentabilidade e consequentemente o de construção sustentável, este novo segmento da indústria da construção civil busca agora novas práticas que melhorem seu desempenho socioambiental, sendo esta mudança implantada desde o projeto até a conclusão visando sempre as alternativas menos impactantes à saúde humano e ao meio ambiente.

Este ponto é confirmado por Deeke; Casagrande Jr; Silva (2008) que alega a importância de que todos os envolvidos na obra tenham consciência que de a obra é sistêmica, pois muitos profissionais de diferentes áreas interagem entre si, e todas as etapas do projeto deve se levar em consideração o uso, a manutenção, a sua demolição e o ciclo de vida dos materiais para garantir assim a sustentabilidade da obra.

O descarte adequado dos resíduos da construção civil, popularmente conhecidos por entulho, acaba por reduzir custos sociais, financeiros e ambientais e estes devem ser geridos do início ao fim do projeto, para evitar maiores impactos ambientais. O mau gerenciamento desses resíduos contribui para o acelerado esgotamento das áreas de disposição final do lixo urbano, os custos adicionais de governos e o desperdício de recursos naturais não renováveis (BLUMENSCHNEIN, 2007).

Assim fica claro que a etapa do planejamento é a etapa crucial da sustentabilidade, pois através da mesma que o desperdício de materiais, tempo e dinheiro são evitados em sua grande parte, os demais problemas relacionados ao desperdício se devem ao mal controle de qualidade do responsável em questão, ou seja, uma gestão bem executada além de facilitar o trabalho de todos os envolvidos favorece que problemas e erros sejam minimizados e até eliminados.

O termo construção civil engloba a confecção de obras de pequeno, médio e grande porte englobando casas, edifícios, pontes, barragens, fundações de máquinas, estradas, aeroportos e outras tantas estruturas necessárias a vida moderna.

Atualmente no Brasil a regulamentação das normas fica a encargo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), enquanto a fiscalização do exercício da profissão e a responsabilidade civil fica sob responsabilidade do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Portanto toda a obra de construção civil deve ser previamente aprovada pelos órgãos municipais competentes, e sua execução acompanhada por engenheiros ou arquitetos registrados no CREA.

A construção civil tradicional possui peculiaridades como empregar mão-de-obra não qualificada em sua grande maioria e utilizar métodos construtivos clássicos que não utilizam muita tecnologia e resulta em impactos ambientais negativos significativos, pois existe um alto consumo de recursos naturais e energéticos não renováveis juntamente com uma alta produção de resíduos (PEREIRA, 2009).

Devido a este histórico do setor e o crescente aumento da consciência ambiental na população se mostrou necessário implementar ações para solucionar ou minimizar os impactos negativos causados pela construção civil, portanto teve origem o conceito, juntamente as técnicas, da construção sustentável (PEREIRA, 2009).

Segundo a Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento, a construção sustentável é definida como: "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica".

Com tal definição em mente devemos considerar que a população mundial vem aumentando ao longo dos anos. Segundo as Nações Unidas no relatório Perspectivas da População Mundial: A Revisão de 2015, a população mundial em 2015 era de aproximadamente 7,3 bilhões de pessoas e de acordo com projeções contidas neste relatório a população mundial em 2100 deve chegar em 11,2 bilhões de seres humanos (ALVES, 2017).

Com tal perspectiva em mente podemos apontar que será necessário realizar obras para comportar toda essa nova quantidade de seres humanos, assim a construção civil sempre terá novos projetos para executar. Devido a este fato é de extrema importância garantir que ainda existam recursos suficientes para construir novas residências e aprimorar as já existentes, além das obras de infraestrutura associadas, por que razão a construção sustentável é de extrema importância para garantir a viabilidade e qualidade destes futuros projetos.

Em 1994, ocorreu a Primeira Conferência Internacional sobre a Construção Sustentável, em Tampa, na Florida, em que um conceito de construção sustentável foi definido sendo ele “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente de recursos”, assim é possível concluir que a construção sustentável está intimamente ligada à sustentabilidade e a interdisciplinaridade de conhecimentos entre profissionais envolvidos no projeto, assim podemos citar como princípios da construção sustentável os pressupostos de Kibert (2008) sendo eles:

- reduzir o consumo de recursos naturais;
- maximizar a reutilização de recursos;
- reciclar materiais em fim de vida do edifício e usar recursos recicláveis;
- eliminar os materiais nocivos em todas as fases do ciclo de vida;
- gerir de forma equilibrada os recursos com vista à proteção do ambiente e dos ecossistemas.

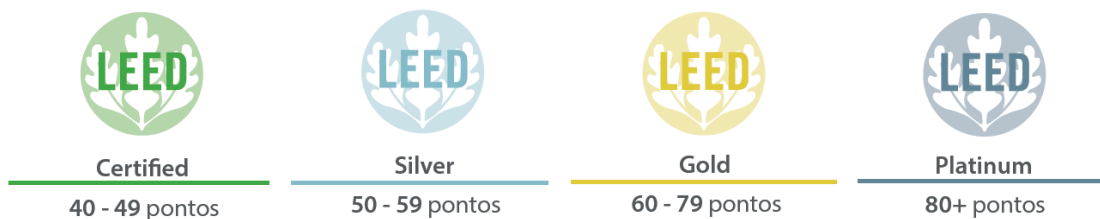
## 3.2 CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: BRASIL E PORTUGAL.

### 3.2.1 LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

O sistema de certificação LEED foi desenvolvido pelo United States Green Building Council (USGBC), em 1998. Se trata de um programa de adesão voluntária que visa avaliar o desempenho ambiental de um empreendimento. Este método considera o ciclo de vida do empreendimento. O selo é uma confirmação de que os critérios de desempenho em termos de energia, água, redução de emissão de CO<sub>2</sub>, qualidade do interior dos ambientes, uso de recursos naturais e impactos ambientais foram atendidos satisfatoriamente. O selo possui quatro níveis: Certificado, Prata, Ouro e Platina (USGBC, 2012).

A certificação demonstra o grau de proteção ambiental obtido no empreendimento. A metodologia de avaliação se dá através da análise de documentos que demonstram a adequação aos itens obrigatórios e classificatórios. Resultando em um sistema de pontos que apresenta níveis de certificação. O LEED oferece quatro níveis de certificação que dependem da pontuação total obtida na avaliação. São eles: Certificação Básica (40 a 49 pontos), Prata (50 a 59 pontos), Ouro (60 a 79 pontos) e Platina (mais de 80 pontos). Mostrados na figura 2.

Figura 2 – Níveis de certificações LEED



Fonte: Green Building Council Brasil (2017)

### Tipologia LEED

Existe quatro tipologias na certificação LEED, estas consideram as diferentes necessidades para cada empreendimento sendo elas: (GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL, 2017)

- Novas construções e grandes reformas (*building desing + construction*);
- Escritórios comerciais lojas varejo (*interior desing + constructio*);
- Empreendimentos Existentes (*operation & maintenance*);
- Bairros (*neighborhood*).

Figura 3 – Tipologia LEED



Fonte: Green Building Council Brasil (2017)

Estas tipologias analisam oito áreas sendo elas: (USGBC, 2012)

- Localização e transporte;
- Espaço sustentável;
- Materiais e recursos;
- Qualidade ambiental interna;
- Eficiência do uso da água;
- Energia e atmosfera;
- Inovação e processos;
- Créditos de prioridade regional



### 3.2.2. AQUA – Alta Qualidade Ambiental

O certificado AQUA – Alta Qualidade Ambiental – se trata do correspondente brasileiro ao referencial Técnico de Certificação francês Bâtiments Tertiaires– Démarche HQE®, elaborado por Certivéa, tal referencial foi adequado ao contexto brasileiro através de um convênio de cooperação com a Fundação Vanzolini, instituição privada sem fins lucrativos.

A AQUA é definida como um processo de gestão de projeto visando a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação. Este processo estrutura-se em torno da implementação de um sistema de gestão ambiental; da adaptação do edifício habitacional ao seu entorno e o ambiente imediato; transmissão de informação pelo empreendedor aos compradores e usuários das habitações, estimulando a adoção de práticas mais eficientes em termos de respeito ao meio ambiente (FCAV,2013).

A metodologia da AQUA se estrutura em quatorze categorias, que se agrupam em quatro famílias, segue a as categorias em suas correspondentes famílias conforme o quadro a seguir: (FCAV,2013).

Quadro 1: categoria e famílias

| <b>Sítio e Construção</b> |                                                                  |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Categoria 1               | Relação do edifício com o seu entorno                            |
| Categoria 2               | Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos |
| Categoria 3               | Canteiro de obras com baixo impacto ambiental                    |
| <b>Gestão</b>             |                                                                  |
| Categoria 4               | Gestão de energia                                                |
| Categoria 5               | Gestão da água                                                   |
| Categoria 6               | Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício                |
| Categoria 7               | Manutenção - Permanência do desempenho ambiental                 |
| <b>Conforto</b>           |                                                                  |
| Categoria 8               | Conforto higrotérmico                                            |
| Categoria 9               | Conforto acústico                                                |
| Categoria 10              | Conforto visual                                                  |
| Categoria 11              | Conforto olfativo                                                |
| <b>Saúde</b>              |                                                                  |
| Categoria 12              | Qualidade sanitária dos ambientes                                |
| Categoria 13              | Qualidade sanitária do ar                                        |
| Categoria 14              | Qualidade sanitária da água                                      |

Fonte: Adaptado Haute Qualité Environnementale (2017)

Para um empreendimento ser certificado AQUA, o empreendedor deve alcançar no mínimo um perfil de desempenho com 3 categorias no nível MELHORES PRÁTICAS, 4 categorias no nível BOAS PRÁTICAS e 7 categorias no nível BASE.

Figura 4 – Perfil para certificação AQUA

### ***Perfil Mínimo de desempenho para certificação***



**Base (B):** Prática corrente ou regulamentar

**Boas Práticas (BP):** Boas Práticas

**Melhores Práticas (MP):** Desempenho calibrado conforme o desempenho máximo constatado recentemente nas operações de Alta Qualidade Ambiental.

Fonte: Haute Qualité Environnementale (2017)

#### **3.2.3. LiderA**

O sistema de certificação e avaliação português LiderA, acrônimo de Liderar pelo Ambiente, teve sua origem em 2005 com o objetivo de integrar as esferas do meio ambiente com a da construção civil, utilizando como base a sustentabilidade na avaliação das diversas fases do empreendimento (projeto construção e operação) (LIDERA, 2019).

O LiderA atua em três grandes níveis o estratégico que aborda o conceito utilizado na concepção do empreendimento, o projeto que trata em maiores detalhes a etapa da construção do empreendimento e finaliza na gestão do ciclo de vida, para que isto ocorra em sua maior eficiência de maneira harmônica o sistema se baseia em seis princípios (LIDERA, 2019).

- Princípio 1 - Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
- Princípio 2 - Fomentar a eficiência no uso dos recursos;
- Princípio 3 - Reduzir o impacto das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);

- Princípio 4 - Assegurar a qualidade do ambiente, focada no conforto ambiental;
- Princípio 5 - Fomentar as vivências socioeconômicas sustentáveis;
- Princípio 6 - Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e da inovação.

Estes princípios se subdividem em vinte e duas áreas e quarenta e três parâmetros de atuação, estes são avaliados e classificados de G até A++, sendo G o menos eficiente e A++ o mais eficiente para que a avaliação do desempenho ambiental seja a melhor possível, a figura abaixo exemplifica as subdivisões presentes no sistema (LIDERA, 2019).

Figura 5: Subdivisões do sistema LiderA



Fonte: Lidera, 2019

### 3.2.3 SBTool

O SBTool se trata de uma avaliação para desempenho ambiental de edifícios, que se adequa as características tecnológicas, tracionais e culturais de diversos países. O SBTool permite uma personalização dos parâmetros conforme o tipo de edifício (comercial, residencial, escritório, etc.) e de construção (reforma, projeto, construção, etc.) (DAVINI, 2016).

O programa funciona para Portugal, pois a adaptação foi realizada pela Associação iiSBE Portugal com colaboração do Laboratório de Física e Tecnologia das Construções da universidade do Minho (LFTC-UM) (DAVINI, 2016).

O sistema, está estruturado por três dimensões: ambiental, social e econômica que se traduzem em doze categorias e diversos indicadores, de forma a quantificar as informações para

que seja possível comparar soluções empregadas e assim tornar o edifício sustentável (DAVINI, 2016).

#### 4. METODOLOGIA

Primeiramente foi realizada uma coleta de dados das certificações Alta Qualidade Ambiental (AQUA) e Leadership in Energy & Environmental Design (LEED), na sequência foi realizada uma análise das dificuldades recorrentes entre os diversos autores, originando assim uma pequena lista de parâmetros a serem analisados quando se deseja analisar qual o material mais adequado a ser empregado na obra.

Como resultado originou-se uma tabela em que os materiais são analisados de acordo com vários parâmetros e ao fim desta análise os mesmos recebem uma nota para facilitar a análise de qual material é o mais indicado para a necessidade em questão.

A lista de parâmetros contidos na planilha de análise foi resultado das dificuldades apresentadas principalmente por Bissoli-Dalvi (2013), Santesso (2013), Kwai (2014) e por Silva (2008). Sendo os parâmetros de análise contidos na tabela os seguintes, 1.A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço, 2.A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos, 3.A alta disponibilidade, 4.Baixa manutenção, 5.Baixo custo, 6.Consome muita água, 7.Consome muita energia, 8.É renovável, 9.É reutilizável e/ou reutilizado, 10.Fácil manuseabilidade, 11.Funciona como isolante térmico e/ou acústico, 12.Gera pouco resíduo, 13.Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras, 14.Necessita possuir um treinamento especializado, 15.O material possui algum selo ambiental, 16.Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos, 17.Pode ser reaproveitado, 18.Possui algum material perigoso na composição, 19.Possui logística reversa, 20.Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento, 21.Visualmente agradável quando instalado.

Tais parâmetros foram escolhidos visando simplificar a análise de materiais. O responsável por selecionar os materiais desejados deve analisar individualmente cada material e assinalar cada linha da planilha uma única vez na resposta mais indicada para cada parâmetro. Cada resposta assinalada possui um valor diferente consequentemente o é possui se originar um ranking que será resultado da média aritmética simples das notas atribuídas a cada parâmetro contido na tabela, sendo os valores de cada parâmetro os seguintes; 5 (cinco) para excelente, 3 (três) para bom, 1 (um) para regular, -1 (menos um) para ruim e -3 (menos três) para não existe (tabela 1).

$$M = \frac{\sum \text{Parâmetros}}{21}$$

Tabela 1: Planilha para a análise dos materiais selecionados.

| <b>Material:</b>                                                                   |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     |                  |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   |                  |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                |             |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| É reutilizável e/ou reutilizado                                                    |                  |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental                                             |                  |            |                |             |                   |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             |                   |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            |                |             |                   |

| <b>Pontuação</b>  |    |
|-------------------|----|
| <b>Excelente</b>  | 5  |
| <b>Bom</b>        | 3  |
| <b>Regular</b>    | 1  |
| <b>Ruim</b>       | -1 |
| <b>Não existe</b> | -3 |

Fonte: Lima & Moraes (2017); Lima & Moraes (2018).

Para auxiliar o uso da tabela na atribuição de notas segue este roteiro, que consiste na resposta ideal de cada pergunta para se atribuir nota máxima, juntamente com pequenos avisos que causam a diminuição da nota do material no respectivo parâmetro, segue então o roteiro.

#### 1- A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço

Para garantir a nota máxima o preço dividido pelo valor numérico da vida útil deve ser menor ou igual ao valor de mercado do material tradicional equivalente. Para o cálculo utilize a seguinte fórmula:

$$Durabilidade = \frac{Vida\ útil}{Preço}$$

Para diminuição da nota levar em consideração preços muito elevados que não condizem com a realidade da obra e/ou do mercado, assim como a durabilidade e/ou a vida útil do material sustentável ser menor que a do material tradicional.

## 2- A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos

Para garantir a nota máxima deve-se verificar que o destino ambientalmente correto mais econômico é a reciclagem, tendo como opções levar em eco pontos, destinar o resíduo para ONG's ou fazer parcerias com cooperativas, pois dessa forma diminui a pressão sobre aterros sanitários e de inertes.

A diminuição de nota ocorrerá sempre que a reciclagem for a opção de destinação correta de maior valor, assim quanto mais cara a reciclagem em relação aos outros tipos de disposição correta menor a nota.

## 3- Alta disponibilidade

Para obter a nota máxima o material sustentável deve ser de fácil aquisição não necessitando esperar longos prazos ou prazos maiores que os do material tradicional equivalente para obtê-lo. Desta forma o rebaixamento da nota ocorrerá sempre que o material sustentável possui um prazo de entrega maior que o do seu equivalente tradicional e quanto maior esta diferença menor será a nota.

## 4- Baixa manutenção

A nota máxima será obtida sempre o material sustentável necessita de preferencialmente nenhuma ou baixíssima manutenção, pois evita a produção de mais resíduos, ou seja, a nota será diminuída conforme a necessidade de manutenção requerida pelo material.

## 5- Baixo custo

A nota máxima e a diminuição da mesma estão diretamente relacionadas com o preço do material, quanto mais barato de se adquirir o material maior a nota, caso seja gratuito a nota será máxima, e quanto maior o valor para se adquirir o material menor será a nota.

## 6- Consome muita água

A nota máxima está relacionada a baixa ou nula necessidade de água para se instalar o material unida sempre que possível com o ciclo de vida do material, para se saber a quantidade do consumo de água na produção do material, portanto quanto mais água envolvida na produção e instalação do material menor a nota e quanto menor o consumo de água maior a nota.

#### 7- Consome muita energia

A nota máxima está relacionada a baixa ou nula necessidade de uso de energia para se instalar o material unida sempre que possível com o ciclo de vida do material, para se saber a quantidade do consumo de energia na produção do material, portanto quanto maior o uso de energia envolvida na produção e instalação do material menor a nota e quanto menor o consumo de energia maior a nota.

Lembrando que o uso de energias renováveis para a produção/instalação é um fator em que a nota não é diminuída, já o uso de energias não renováveis é um fator que diminui a nota.

#### 8- É renovável

A nota máxima está relacionada ao fato do material ser um produto reciclado e/ou reutilizado ou com o fato de ser desenvolvido com tecnologias renováveis. A nota diminui de acordo com a ausência de ser um produto renovável e/ou reciclado e produzido através de tecnologias não renováveis.

#### 9- É reutilizável e/ou reutilizado

A nota máxima está relacionada ao fato do material quando finalizado seu uso possui a possibilidade de ser reciclado e/ou reutilizado. A nota diminui conforme a impossibilidade de se fornecer outro destino ao material que não seja o descarte em aterro.

#### 10- Fácil manuseabilidade

A nota máxima está ligada a qualquer função relacionada ao fato de armazenar e manipular o material escolhido seja simples, não necessitando de maquinário específico ou de extremo cuidado em que a majoritária mão de obra da construção civil não seja capaz de lidar com o material. A nota descreverá conforme não atenda aos requisitos citados anteriormente.

#### 11- Funciona como isolante térmico e/ou acústico



A nota máxima será atribuída quando o material for um isolante térmico e acústico simultaneamente. Os fatores que descresem a nota é o material ser isolante térmico ou acústico, ou nenhum dos dois e claro a eficiência do material deve ser levada em consideração.

#### 12- Gera pouco resíduo

A nota máxima será atribuída quando o material ao ser utilizado/instalado gerar pouco ou nenhum resíduo. A diminuição da nota ocorre conforme a quantidade de resíduo gerado e se este resíduo necessita de uma disposição e/ou armazenagem diferenciada.

#### 13- Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras

A nota máxima será atribuída conforme a menor necessidade de outros materiais para que ocorra a instalação ou quando o material necessário para a instalação já faz parte do canteiro de obras ou da própria obra.

O decréscimo da nota ocorre sempre que muitos materiais sejam necessários para a instalação, caso o material extra possua toxicidade para os trabalhadores e para o meio ambiente ou que o material necessário seja de valor muito elevado e/ou extremamente específicos.

#### 14- Necessita possuir um treinamento especializado

Para obter a nota máxima o material selecionado não deve necessitar de nenhum treinamento ou curso próprio para que possa ser instalado, ou seja, qualquer trabalhador da área de construção civil deve ser capaz de instala-lo. A nota decairá sempre que for necessário um curso ou treinamento prévio pago e que a empresa não forneça.

#### 15- O material possui algum selo ambiental

A nota máxima será atribuída sempre que o material possuir um ou mais selos ambientais reconhecidos, seja em âmbito nacional ou internacional. Lembrando que a nota pode aumentar ou diminuir conforme a importância do selo.

#### 16- Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos

A nota máxima ocorrerá sempre que o resíduo for destinado para locais, instituições e funções diferentes do aterro.

#### 17- Pode ser reaproveitado

A nota máxima ocorrerá sempre que o material puder ser reaproveitado no próprio canteiro de obras ou para outra destinação em que não seja descartado desnecessariamente.

#### 18- Possuí algum material perigoso na composição

A nota máxima sempre ocorrerá quando o material não possuir substâncias ou materiais perigosos ao ser humano e ao meio ambiente em sua composição e a mesma decresce de acordo com o nível de periculosidade do material em questão.

#### 19- Possuí logística reversa

A nota máxima sempre será atribuída quando o material possuir uma logística reversa funcional e a mesma decresce de acordo com a dificuldade ou inexistência da logística reversa.

#### 20- Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento

A nota máxima sempre ocorrerá quando o material analisado não necessitar de acréscimo de qualquer outro tipo de material para execução do acabamento, portanto a nota decairá sempre que for necessário adicionar mais materiais para o acabamento e quanto maior a quantidade necessária e mais caro o material acrescido menor a nota.

#### 21- Visualmente agradável quando instalado

A nota máxima ocorrerá sempre que após finalizada a instalação o material sustentável seja visualmente agradável assim com seu material equivalente tradicional, o decaimento da nota ocorre sempre que visualmente o material sustentável se apresente como inferior ao tradicional.

### 4.1 COMO PONTUAR OS MATERIAIS

Durante a escolha de qual a melhor escolha para pontuar o parâmetro analisado, segue um auxílio na escolha das notas.

**Excelente:** Nota escolhida sempre que a resposta ao parâmetro possuir um sentido positivo muito alto. Como por exemplo: Baixo Custo: “Excelente”, pois o preço de mercado é um concorrente direto dos produtos comumente usados, podendo ser até menor, sendo assim acessível e competitivo a grande maioria das camadas sócias.

**Bom:** Nota escolhida sempre que a resposta ao parâmetro possuir um sentido positivo alto, porém não o mais próximo ao ideal. Como por exemplo: Baixo Custo: “Bom”, pois o preço

de mercado não é concorrente direto dos produtos comumente usados, porém em promoções pode ter preço menores, mas não atendendo aos consumidores de todas as camadas sociais.

Regular: Nota escolhida sempre que a resposta ao parâmetro possuir um sentido de neutralidade e/ou indiferença. Como por exemplo: Baixo Custo: “Regular”, pois os preços se equivalem em um valor mais elevado no preço de mercado, em que uma maior quantidade de camadas sociais é excluída.

Ruim: Nota escolhida sempre que a resposta ao parâmetro possuir um sentido negativo. Como por exemplo: Baixo Custo: “Ruim”, pois o preço do produto comumente usados já é mais elevado e o produto ambientalmente correto analisado possuir um preço ainda maior, então boa parte das camadas sociais são excluídas.

Não Existe: Nota escolhida sempre que a resposta ao parâmetro possuir um sentido de não aplicável. Como por exemplo: Baixo Custo: “Não Existe”, pois, o produto ambientalmente correto não é vendido ou não existe produto ambientalmente correto equivalente.

Após finalizar a análise quantitativa dos materiais levantados é necessário realizar uma análise qualitativa e comparativa da legislação brasileira e portuguesa sobre os incentivos fiscais e legislativos existentes sobre a construção sustentável e o uso de materiais mais sustentáveis. Desta forma será possível determinar quais as boas práticas internacionais podem ser replicadas ou adaptadas à realidade brasileira, quais boas práticas nacionais podem ser melhoradas de forma a incentivar e popularizar a construção sustentável no Brasil atrelado a um embasamento legal consolidado. Portanto será um trabalho em que o método indutivo será utilizado, pois será um processo mental que partirá de fatos particulares, como ferramentas de análise de materiais, incentivos nacionais e internacionais, rankings e outras informações para atingirmos uma conclusão genérica a respeito do tema (RODRIGUES, 2007).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa do processo foi a realização de uma diagnóstico e levantamento prévio dos materiais sustentáveis utilizados na construção civil, para em sequência ser realizada uma análise mais criteriosa com o uso da metodologia citada acima.

Após esta análise prévia os resultados obtidos com a aplicação da metodologia proposta serão apresentados em duas fases, no primeiro momento será demonstrado o diagnóstico dos materiais sustentáveis levantados juntamente com a nota recebida e seus principais pontos negativos e positivos identificados. A segunda fase será a apresentação dos principais rankings que os materiais podem ser segregados de acordo com as etapas de uma construção de um empreendimento.

Em sequência teremos os resultados obtidos através da análise e comparação das legislações brasileiras e portuguesas a respeito dos incentivos fiscais e econômicos da construção sustentável e o uso de materiais mais sustentáveis.

### 5.1 DIAGNÓSTICO E ANÁLISE DOS MATERIAIS SUSTENTÁVEIS PARA USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Existem inúmeros materiais passíveis de serem utilizados na construção civil. Neste trabalho foram selecionados alguns materiais para o estudo de uma análise mais criteriosa, devido a este fato a análise será baseada no levantamento realizado por diversas autoras, em que foi encontrado doze tipos de materiais (quadro 2), estes doze tipos se subdividem em vinte e quatro subtipos de materiais sendo eles: (KWAI & MORAES, 2013, KWAI, 2013, KWAI, 2014, MORAES, 2019).

- Concreto
- Cimento Portland
- Cimento com Resíduos de Construção e Demolição
- Cimento com escória de alto-forno
- Cimento pó de calcário
- Agregado com Resíduos de Construção e Demolição (RCD)
- Agregado siderúrgico ou escória de aciaria
- Agregado com cinzas do bagaço de cana
- Agregado com cinzas de cascas de arroz
- Agregado com cinzas volantes

- Agregado com cerâmica vermelha
- Agregado com pneu inservível
- Agregado com vidro
- Madeira
- Bambu
- Terra
- Tijolo de solo-cimento
- ISOPET
- Tubopet
- Gesso
- Steel Frame e Wood Frame
- Materiais de mudança de fase
- Vidros
- Tintas minerais

Quadro 2: Doze tipos de materiais a serem estudados

|                                                                                                      |                                                                                                    |                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Concreto</p>   | <p>Terra</p>    | <p>Bambu</p>             |
| <p>Cimento</p>    | <p>ISOPET</p>   | <p>Steel/Wood Frame</p>  |
| <p>Agregados</p>  | <p>Tubopet</p>  | <p>Tintas</p>            |
| <p>Madeira</p>    | <p>Gesso</p>    | <p>Vidros</p>            |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

Após finalizar este pré-diagnostico foram selecionados treze materiais que serão analisados pela metodologia citada anteriormente e os mesmos serão apresentados na sequência deste trabalho na seguinte ordem 5.1.1 Concreto; 5.1.2 Cimento; 5.1.3 Agregados; 5.1.4 Madeira; 5.1.5 Bambu; 5.1.6 Terra; 5.1.7 ISOPET; 5.1.8 Tubopet; 5.1.9 Gesso; 5.1.10 Steel Frame e Wood Frame; 5.1.11 Materiais de Mudança de Fase, 5.1.12 Vidros e 5.1.13 Tintas.

### **5.1.1 Concreto**

Figura 6: Concreto



Fonte: Guide Engenharia, 2018

Tabela 2: Planilha da análise do concreto.

| <b>Material: Concreto po depender a mistura é inviável a análise</b>               |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     |                  |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   |                  |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                |             |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             |                   |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             |                   |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

O concreto é o material mais utilizado na construção civil e consiste em uma mistura de agregado graúdo (brita), areia, cimento *Portland*, água e aditivos químicos. O grande volume deste material se dá nos agregados sendo os insumos da construção civil mais consumidos no mundo, porém a grande taxa de emissão de CO<sub>2</sub> é oriundo do cimento *Portland* e a porcentagem utilizada na mistura do concreto varia muito de acordo com a resistência necessária para a obra em questão. O concreto não possui muita viabilidade econômica se tratando de reutilização, mas é um bom candidato ao reuso ou à reciclagem, para assim diminuir custos e impactos ambientais associados à sua disposição (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

Não foi possível aplicar a metodologia ao concreto, pois cada tipo de mistura feita interfere na avaliação do mesmo, portanto não foi possível atribuir nota e assim incluir o material em rankings.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco em tornar o processo produtivo cada vez mais eficiente de forma a tornar o ciclo de vida do produto possua o menor impacto ambiental negativo. Enquanto o Brasil apresenta como característica o foco na identificação de produtos menos impactantes ao meio ambiente e que sejam iguais ou melhores que sua versão tradicional não fornecendo destaque para o ciclo de vida.

### **5.1.2 Cimento**

Figura 7: Cimento



Fonte: Votorantim Cimentos, 2018.



Tabela 3: Planilha da análise do cimento Portland

| <b>Material: Cimento Portland</b>                                                  |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               | X                |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            |                | X           |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

O cimento é um insumo que possui inúmeras variações sendo elas o *Portland*, pozolânico, escória de alto-forno e o pó de calcário ou filler de calcário cru, segue um pequeno resumo sobre as principais características dos mesmos, começando pelo cimento *Portland* formado por materiais extraídos de jazidas e sua produção é responsável por mais de 80% do consumo energético e 90% das emissões de CO<sub>2</sub> (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,86 com destaques positivos como facilidade de aquisição, e preço pago reflete na durabilidade e vida útil; em destaques negativos se destaca o alto consumo de recursos naturais para a produção deste material.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo cada vez mais eficiente de forma a tornar o ciclo de vida do produto possua o menor impacto ambiental negativo. Enquanto o Brasil apresenta como característica o foco na identificação de produtos menos impactantes ao meio ambiente e que sejam iguais ou melhores que sua versão tradicional não fornecendo destaque para o ciclo de vida.

Figura 8: Resíduos de Construção e Demolição



Fonte: Portal Resíduos Sólidos (2018).

Tabela 4: Planilha da análise do cimento de demolição e RCC.

| <b>Material: Cimento Demolição e RCC</b>                                           |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

O cimento pozolânico pode ser obtido a partir das frações finas de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) resultando na produção de um cimento de baixo custo e reduzido impacto ambiental, possui mais aplicações que o cimento convencional, como por exemplo, servir de base para revestimento de pavimentos rígidos e de reaterro estabilizado de valas de água, esgoto e telefonia. Além de futuramente pode contribuir para diminuir a pressão do volume de resíduos de construção sobre os aterros (LANGARO et al, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,76 com destaques positivos a grande possibilidade se realizar parcerias com cooperativas e ONG's e ser um material reciclado e/ou reaproveitado; em destaques negativos se destaca o alto consumo de recursos naturais para a produção deste material e que a grande disponibilidade de aquisição só para grandes construtoras.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo

Figura 9: Escória de alto forno



Fonte: ArcelorMittal (2018).

Tabela 5: Planilha da análise do cimento de escória de alto forno.

| <b>Material: Cimento escória de Alto Forno</b>                                     |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

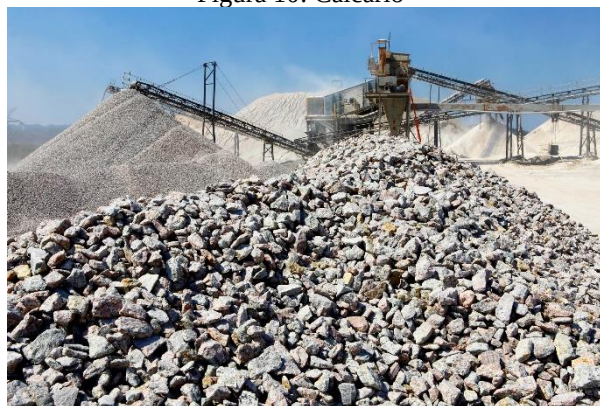
O cimento de escória de alto-forno utiliza um subproduto siderúrgico largamente disponível e, uma vez moída e ativada com materiais alcalinos ou termicamente, desenvolve hidratação semelhante ao cimento convencional, suas vantagens englobam a redução da poluição emitida, redução da quantidade de combustível utilizado, redução do volume dos aterros, melhora a resistência do concreto, já é um produto aceitado na construção civil e comercializado como CP II-E, CP III e CP IV, porém o principal empecilho é que a indústria do aço não acompanha o crescimento das cimenteiras, inviabilizando as estratégias no longo prazo.

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,76 com destaques positivos a grande possibilidade se realizar parcerias com cooperativas e ONG's e ser um material reciclado e/ou reaproveitado; em destaques negativos se destaca o alto consumo de

recursos naturais para a produção deste material e que a grande disponibilidade de aquisição só para grandes construtoras.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

Figura 10: Calcário



Fonte: Líder agronegócios (2018)

Tabela 6: Planilha da análise do cimento de pó de calcário.

| <b>Material: Cimento de pó de calcário (filler de calcário cru)</b>                |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

Por fim o cimento pó de calcário ou filler de calcário cru possui a vantagem de dispensar o tratamento térmico e de combinar diferentes granulometrias de pó de calcário é possível aumentar a sua utilização em até 70% e diminuir o cimento convencional em 30% e assim dobrar a produção sem necessitar de produzir mais cimento convencional e por precisar receber aditivos químicos dispersantes reduz a quantidade de água e de cimento necessário para misturar à areia e pedra para a produção do concreto, entretanto o maior problema a ser enfrentado é que a tecnologia de moer partículas com granulometria controlada nunca foi operada na escala da indústria cimenteira (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,76 com destaques positivos a grande possibilidade se realizar parcerias com cooperativas e ONG's e ser um material reciclado e/ou reaproveitado; em destaques negativos se destaca o alto consumo de recursos naturais para a produção deste material e que a grande disponibilidade de aquisição só para grandes construtoras.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

### 5.1.3 Agregados

Figura 11: Agregados



Fonte: IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (2018).



Tabela 7: Planilha da análise de agregado com RCD.

| <b>Material: Agregado com Resíduos de Construção e Demolição (RCD)</b>             |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  | X          |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  |            | X              |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                |             | X                 |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  | X          |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                | X           |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 | X                |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               | X                |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             | X                |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            |                | X           |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                | X           |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            |                | X           |                   |

Fonte: LIMA &amp; MORAES (2017); LIMA &amp; MORAES (2018).

Tabela 8: Planilha da análise de agregado com cerâmica vermelha.

| <b>Material: Agregado com cerâmica vermelha</b>                                    |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            | X              |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA &amp; MORAES (2017); LIMA &amp; MORAES (2018).

Tabela 9: Planilha da análise de agregado com pneu inservível.

| <b>Material: Agregado com pneu inservível</b>                                      |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            | X              |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           | X                |            |                |             |                   |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA &amp; MORAES (2017); LIMA &amp; MORAES (2018).

Tabela 10: Planilha da análise de agregado com vidro.

| <b>Material: Agregado com Vidro</b>                                                |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            | X              |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

Este termo se refere ao setor mineral que produz matéria prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil, sendo basicamente a areia e a rocha britada, e estes agregados podem ser oriundos de resíduos da construção civil, escória granulada de alto forno, cinza volante, sílica ativa, poliestireno, garrafa PET triturada, chifre de boi, fibra de vidro e borracha de pneu, a seguir será apresentado breves resumos sobre estas origens alternativas (KWAÍ & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

Agregado com Resíduos de Construção e Demolição tem se tornado uma pratica cada vez mais comum, pela sua grande disponibilidade, pois 50% do resíduo produzido em obras podem ser utilizados como agregados e possuem um valor de até 30% menor que a matéria prima virgem, entretanto os empecilhos para esta utilização se devem a contaminação de

materiais que poderiam ser reutilizados e a grande oferta de matéria prima virgem com preço reduzido, alta qualidade e NATURAL (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,95 com destaques positivos de não necessariamente ser comprado e sim reaproveitar resíduos da própria obra; em destaques negativos pode ocorrer que exista materiais perigosos na mistura se a segregação não for bem realizada.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

Figura 12: Escória de aciaria



Fonte: ArcelorMittal (2018)

Tabela 11: Planilha da análise de agregado siderúrgico.

| <b>Material: Agregado siderúrgico ou escória de aciaria</b>                        |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            | X              |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

O agregado de escória de aciaria se trata de um produto oriundo do processo de fabricação do aço sendo um material de grande qualidade substitui com vantagens os outros recursos, pois a escória é de fácil manuseio e apresenta coesão, evita a poluição do meio ambiente, o preço do agregado é em média 50% menor que o da brita sendo também mais resistente que a mesma, porém sua grande desvantagem é que sua oferta não é extremamente abundante, pois as indústrias siderúrgicas visam sempre diminuir sua produção (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,29 com destaques positivos de ser um material que reaproveita resíduos diminuindo o não necessariamente ser

comprado e sim reaproveitar resíduos da própria obra; em destaques negativos disponível somente para grandes construtoras.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

Figura 13: Bagaço de cana armazenado



Fonte: Piniweb (2018)

Tabela 12: Planilha da análise de agregado com cinza de bagaço de cana.

| <b>Material: Agregado com cinzas do bagaço de cana</b>                             |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  | X          |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               | X                |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            | X              |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       | X                |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

A substituição da areia por cinzas do bagaço de cana vem sendo cada vez mais atraente devido as dificuldades ambientais para a extração de areia do leito dos rios, aumenta a resistência do concreto, o valor de comércio menor que o convencional e a diminuição da emissão de CO<sub>2</sub>. A substituição da areia por cinzas de casca de arroz também apresenta as mesmas vantagens, porém o grande empecilho para sua utilização é de que as melhores cinzas devem ter um elevado teor de carbono e este produz uma coloração cinza-escura no concreto, pouco aceita no mercado consumidor (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

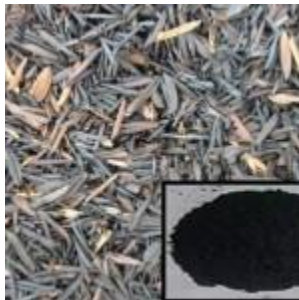
A metodologia foi aplicada aos materiais e resultou em uma nota de 2,14 para ambos com destaques positivos de ser um material renovável e que reaproveita resíduos diminuindo o



não necessariamente ser comprado e sim reaproveitar resíduos da própria obra; em destaques negativos a dificuldade de aquisição.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

Figura 14: Casca de arroz e cinzas de cascas de arroz



Fonte: Pngtree (2018)

Tabela 13: Planilha da análise de agregado com casca de arroz.

| <b>Material: cinzas de casca de arroz</b>                                          |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  | X          |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               | X                |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            | X              |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       | X                |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

O uso de Agregado com cinzas volantes ainda pouco difundido no Brasil já se trata de uma saída encontrada pela construção civil europeia e dentre suas vantagens estão aumento da durabilidade, aumento da resistência e diminuição do impacto ambiental e suas utilizações podem ser dar em blocos de concreto pré-fabricados, a substituição tanto do cimento como da areia fina e em argamassas, para revestimento de parede e assentamento de azulejos, assim como na produção de briquetes para pavimentação (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,29 com destaques positivos de ser um material que reaproveita resíduos diminuindo o não necessariamente ser comprado e sim reaproveitar resíduos da própria obra; em destaques negativos disponível somente para grandes construtoras.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

Figura 15: Cinza volante



Fonte: Tetra Pack – Cultura Ambiental nas escolas (2018)

Tabela 14: Planilha da análise de agregado com cinzas volantes.

| <b>Material: Agregado com cinzas volantes</b>                                      |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                | X           |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            | X              |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

#### 5.1.4 Madeira

Figura 16: Madeira certificada



Fonte: Florestal Brasil, 2018

Tabela 15: Planilha da análise de madeira.

| <b>Material: Madeira</b>                                                           |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               | X                |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  | X          |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  |            | X              |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| É renovável                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       | X                |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  | X                |            |                |             |                   |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             | X                |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       | X                |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  | X          |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  | X          |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

A madeira produzida com a exploração adequada de florestas juntamente com programas de certificação é tratada como um material sustentável e pode ser utilizada de inúmeras formas, como por exemplo, estruturas de edificações, postes, cercas, móveis, pisos e revestimentos. Além dos inúmeros usos a madeira também apresenta vantagens como uma elevada resistência, reduz o tamanho das fundações e o efeito da ação sísmica quando utilizada na fundação, possui uma boa durabilidade, isolamento térmico, acústico e elétrico excepcional, quando cumpridas as boas condições de manutenção. A textura e a cor da madeira se tornam um grande diferencial por ser num material esteticamente agradável e a grande diversidade disponível (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 3,19 com destaques positivos de ser um material renovável, funcionar como isolante térmico e acústico e por possibilitar parcerias com cooperativas e ONG's; os destaques negativos da difícil manuseabilidade e o custo de madeiras certificadas para a construção civil.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

### 5.1.5 Bambu

Figura 17: Teto de bambu do aeroporto de Madrid (Espanha)



Fonte: Casa solare (2018)

Tabela 16: Planilha da análise de bambu.

| <b>Material: Bambu</b>                                                             |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               | X                |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  | X          |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| É renovável                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  | X          |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       | X                |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  | X                |            |                |             |                   |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             | X                |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       | X                |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  | X          |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             | X                |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

O bambu é um material muito utilizado na construção civil e dentre suas inúmeras funções pode-se citar a estruturação como lastro, pilar, viga, caibro, ripa, telha, dreno, piso e revestimento, sombreamento, quebra-vento, proteção contra a erosão, tubo para condução de água, drenagem, divisórias, forros e esteiras. Além das vantagens de ter inúmeras utilidades na construção civil que este material possui é possível citar ainda mais vantagens quando comparamos o bambu ao concreto e o aço e elas são de ser um material disponível e renovável, tem uma alta produtividade, é leve e flexível, é mais resistente e flexível que os dois materiais sintéticos e principalmente o baixo custo de produção. Porém de desvantagens é possível citar os vários cuidados que o material necessita, como só se utilizar bambus com cerca de três a quatro anos e vários outros, o fato de que cada colmo é único e possui variações de secção ao

longo do mesmo, tem uma baixa durabilidade natural, varia consideravelmente na presença de umidade, baixa aderência a aglomerantes e outros materiais, seções reduzidas dificulta que ligações sejam efetuadas (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2017).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 3,57 com destaques positivos de ser um material renovável, fácil manuseabilidade, funcionar como isolante térmico e acústico e por possibilitar parcerias com cooperativas e ONG's; o destaque negativo consiste em não poder construir a parte estrutural das certas obras.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

#### 5.1.6 Terra

Figura 18:Tijolo solo-cimento



Fonte: Pesquisa Direta e Casa Modelo PCJ, 2017



Tabela 17: Planilha da análise de tijolo solo-cimento.

| <b>Material: Tijolo solo-cimento</b>                                               |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               | X                |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            | X              |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       | X                |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  | X          |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 | X                |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  | X          |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       | X                |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            | X              |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             | X                |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA &amp; MORAES (2017); LIMA &amp; MORAES (2018).

Tabela 18: Planilha da análise de terra.

| <b>Material: Terra</b>                                                             |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               | X                |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        | X                |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  | X          |                |             |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                |             | X                 |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       | X                |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               | X                |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             | X                |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       | X                |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                | X           |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

A terra vem sendo utilizada como material de construção ao ser aplicadas diversas técnicas, entretanto assim como todas as demais matérias primas a terra possui vantagens e desvantagens, dentre as vantagens podemos citar a regulação de umidade, ser um isolante térmico, o processo é totalmente reciclável, economiza energia e diminui a contaminação ambiental. Tratando a respeito das desvantagens pode-se citar a ausência de padronização, a sua alta permeabilidade, a necessidade de corrigir a matéria prima e fazer análises e a retração do solo que pode vir a causar fissuras e trincas (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2018).

.Ainda dentro das possibilidades de se utilizar a terra pode se citar o tijolo de solo-cimento que possui por vantagens o aumento do isolamento térmico e acústico e por necessitar da mão-de-obra especializada esta também é aumentada, reduz o uso de acabamentos, ferro e

concreto, diminuir o desperdício na obra, reduz o custo e o tempo e elimina o uso de madeira e a queima do tijolo, as desvantagens englobam os fatos de necessitar de mão-de-obra especializada, possuir um controle de qualidade e a flexibilidade de expandir cômodos não se torna tão simples (KWAÍ & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2018).

A metodologia foi aplicada somente na terra por existir a possibilidade de se construir somente com ela, com uma nota de 2,71 e o tijolo de solo-cimento também foi avaliado com a nota de 2,90 os pontos positivos para ambos é serem isolantes térmicos e/ou acústicos e a possibilidade de ser reaproveitado e como ponto negativo a necessidade de outros materiais para acabamento.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

#### **5.1.7 ISOPET**

Figura 19: ISOPET



Fonte: Infohab (2018)

Tabela 19: Planilha da análise do ISOPET.

| <b>Material: ISOPET ainda se mantém em nível de pesquisa</b>                       |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     |                  |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   |                  |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                |             |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             |                   |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             |                   |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

Os blocos ISOPET Inter travados se tratam de blocos confeccionados em concreto leve com isopor reciclado. Estes só necessitam do uso de concreto para assentamento da primeira camada, nas demais camadas o uso do concreto é dispensado, pois os blocos apresentam encaixes laterais em forma de macho e fêmea gerando o Inter travamento dos blocos. Fazendo uso deste bloco a extração de matérias primas virgens é menor e reduz o consumo de energia elétrica, humana e mecânica aumentando a qualidade e a produtividade. As grandes vantagens na execução ao utilizar este material é a facilidade do manuseio, devido a sua leveza, o baixo custo final da construção e uma melhora no aspecto acústico (LIMA & MORAES, 2018).

Este encontra-se somente a nível de pesquisa não sendo possível aplicar a metodologia neste material.

### 5.1.8 Tubopet

Figura 20: Tubopet



Fonte: Tecnologia Del Plástico (2018)

Tabela 20: Planilha da análise do tubopet.

| <b>Material: Tubopet ainda se mantém em nível de pesquisa</b>                      |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     |                  |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   |                  |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                |             |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             |                   |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             |                   |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

Os tubopet se tratam de tubos feitos de embalagens PET recicladas e estes são mais econômicos, possuem um alto controle de qualidade para evitar danos, mais resistentes e

rígidos, permite ligações de PET com PET, PET com PVC, e PET com anel, sua aplicação é igual à de tubos de PVC não necessitando de mão-de-obra especializada inclusive materiais e obedecem as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), porém o maior empecilho para um maior uso deste material é a dificuldade para obtenção de matéria-prima de qualidade, ou seja, sucata com baixo índice de contaminação e a necessidade de ferramentas e maquinário diferenciado para a sua produção. Este encontra-se somente a nível de pesquisa não sendo possível aplicar a metodologia neste material. (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2018)

#### 5.1.9 Gesso

Figura 21 Teto e paredes de drywall



Fonte: Isoline (2018)

Tabela 21: Planilha da análise de gesso.

| <b>Material: gesso</b>                                                             |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     |                  | X          |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   |                  |            |                | X           |                   |
| Alta disponibilidade                                                               | X                |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       | X                |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               | X                |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  | X          |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            | X              |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                | X                |            |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             | X                |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

O gesso é um material muito utilizado e difundido na construção civil e possui um enorme potencial de reciclagem e reuso desta matéria prima diminuindo os impactos ambientais causados pela sua disposição final incorreta, entretanto por não existir pontos de reciclagem desse material no Brasil a sua reciclagem e reuso acaba sendo inviabilizada. Entretanto suas vantagens incluem atuar como regulador do clima, ser um isolante térmico e acústico, não é inflamável, livre de gases tóxicos, não é agressivo à pele, possui uma baixa densidade e alta consistência, é eletricamente neutro, não produz fibras ou poeira e não possui efeito cumulativo no organismo, pois é eliminado na urina (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2018).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,29 com destaques positivos a alta disponibilidade e não precisar de outro material para o acabamento; os destaques

negativos consistem em o grande consumo de recursos naturais e a grande geração e resíduos ao ser utilizado.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

#### 5.1.10 Steel Frame e Wood Frame

Figura 22: Casas construídas com *Steel frame* e *Wood frame*



Fonte: Catalogo Arquitetura (2018)



Tabela 22: Planilha da análise de steel e wood frame.

| <b>Material: Steel Frame e Wood Frame</b>                                          |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  | X          |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            | X              |             |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            | X              |             |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            | X              |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            |                |             | X                 |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  | X          |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 | X                |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               | X                |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  |            | X              |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  | X          |                |             |                   |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos |                  | X          |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             | X                |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       | X                |            |                |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                | X           |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             |                  |            | X              |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

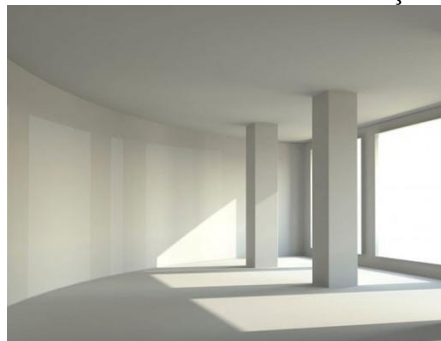
Estas matérias primas são utilizadas basicamente na construção de edifícios pré-moldados, sendo basicamente constituídos por estruturas de perfis leves de aço (Steel Frame) ou de madeira (Wood Frame), esta técnica é extremamente utilizada em países desenvolvidos, como por exemplo, Estados Unidos e Canadá, as principais desvantagens desta técnica é a falta de mão-de-obra especializada e a dificuldade de ser aceita como um bom método de produção. Entretanto suas vantagens incluem a redução de desperdício de materiais, manutenção, emissão de CO<sub>2</sub>, tempo de execução, custos e o consumo de energia e ainda aumenta a organização do canteiro de obras, versatilidade, resistência, desempenho térmico e acústico, maior área útil, fidelidade orçamentária e durabilidade e qualquer acabamento pode ser utilizado (KWAI & MORAES, 2013).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 2,33 com destaques positivos a baixa geração de resíduos e a possibilidade de criar parcerias com cooperativas e ONG's; o destaque negativo consiste em não ser muito comum no país não havendo mão de obra qualificada em grande quantidade.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

#### **5.1.11 Materiais de Mudança de Fase**

Figura 23: Sala com materiais de mudança de fase



Fonte: Engenhariacivil.com (2018)

Tabela 23: Planilha da análise de materiais de mudança de fase.

| <b>Material: Materiais de Mudança de Fase</b>                                      |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     |                  | X          |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   |                  |            | X              |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            | X              |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  | X          |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            | X              |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       | X                |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               | X                |            |                |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             | X                |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            |                | X           |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  | X          |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             | X                |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

Os Materiais de Mudança de Fase (Phase Change Materials – PCM) ou materiais termotativos, atuam no isolamento térmico e armazenamento de energia, e em alguns pontos são equiparáveis ao gesso, porém possuem uma eficiência energética muito maior, não são nocivos ao meio ambiente e aos humanos, em sua maioria, são vendidos em painéis facilitando a instalação e não necessitando de mão-de-obra especializada, apesar de ter um custo elevado o retorno financeiro ocorre em torno de um a dois anos por dispensar aparelhos de condicionamento de ar (LIMA & MORAES, 2018).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 2,05 com o destaque positivo de funcionar como isolante térmico e/ou acústico; o destaque negativo consiste no tipo de material que pode ser prejudicial ao ser humano.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

#### **5.1.12 Vidros**

Figura 24: Vidro Laminado



Fonte: Cristal line vidros (2018)

Tabela 24: Planilha da análise de vidro.

| <b>Material: Vidro</b>                                                             |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   |                  |            |                | X           |                   |
| Alta disponibilidade                                                               | X                |            |                |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   |                  | X          |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            |                | X           |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  | X          |                |             |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              |                  | X          |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       |                  | X          |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 | X                |            |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  |            | X              |             |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     |                  | X          |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             | X                |            |                |             |                   |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            | X              |             |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                | X                |            |                |             |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             | X                |            |                |             |                   |

Fonte: Lima & Moraes (2017); Lima & Moraes (2018).

O vidro sempre foi uma matéria prima muito utilizada na construção civil e este fato aliado ao avanço da tecnologia permitiu fazer uso de materiais autolimpantes, com controle solar, com isolamento térmico reforçado, alta segurança e isolamento acústico, ou seja, reduz o uso de água e detergentes, muitas vezes até dispensando o uso de equipamentos para o conforto térmico (LIMA & MORAES, 2018).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 2,14 com destaques positivos a alta disponibilidade e por ser um material de fácil reaproveitamento; o destaque negativo consiste na reciclagem do material ser sempre a última opção ao trata de vidro.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

### 5.1.13 Tintas

Figura 25: Paleta de tintas minerais



Fonte: Ecocasa (2018)

Tabela 25: Planilha da análise de tintas minerais.

| <b>Material: Tintas Minerais</b>                                                   |                  |            |                |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------|-------------|-------------------|
| <b>Parâmetros</b>                                                                  | <b>Excelente</b> | <b>Bom</b> | <b>Regular</b> | <b>Ruim</b> | <b>Não existe</b> |
| A durabilidade do material é refletida na vida útil e no preço                     | X                |            |                |             |                   |
| A reciclagem é mais cara que a disposição e transportes corretos                   | X                |            |                |             |                   |
| Alta disponibilidade                                                               |                  |            | X              |             |                   |
| Baixa manutenção                                                                   | X                |            |                |             |                   |
| Baixo custo                                                                        |                  | X          |                |             |                   |
| Consome muita água                                                                 |                  |            |                | X           |                   |
| Consome muita energia                                                              |                  |            |                | X           |                   |
| É renovável                                                                        |                  |            | X              |             |                   |
| É reciclado ou reaproveitado                                                       |                  |            |                | X           |                   |
| Fácil manuseabilidade                                                              | X                |            |                |             |                   |
| Funciona como isolante térmico e/ou acústico                                       | X                |            |                |             |                   |
| Gera pouco resíduo                                                                 |                  | X          |                |             |                   |
| Necessita de outro material, que pode contaminar o canteiro de obras               |                  |            |                | X           |                   |
| Necessita possuir um treinamento especializado                                     | X                |            |                |             |                   |
| O material possui algum selo ambiental específico                                  |                  |            |                |             | X                 |
| Pode ocorrer uma parceria com ONG's, cooperativas, Associações sem fins lucrativos | X                |            |                |             |                   |
| Pode ser reaproveitado                                                             |                  |            |                |             | X                 |
| Possui algum material perigoso na composição                                       |                  |            |                | X           |                   |
| Possui logística reversa                                                           |                  |            |                |             | X                 |
| Requer mais e/ou outros materiais para o acabamento                                |                  |            |                | X           |                   |
| Visualmente agradável quando instalado                                             | X                |            |                |             |                   |

Fonte: LIMA & MORAES (2017); LIMA & MORAES (2018).

A pintura de residências e edifícios acaba por liberar compostos voláteis no ar que diminuem a qualidade do mesmo, prejudicando as pessoas que circulam na área, trabalham ou moram no local além de poluir o meio ambiente devido a tais fatos foi criado as tintas ecológicas que podem ser classificadas em minerais, vegetais e com insumos animais, entretanto para ser considerada ecológica, a tinta deve ter seu ciclo de vida avaliado (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2018).

As tintas minerais permitem que as paredes respirem e por serem alcalinas, inviabilizam a proliferação de fungos e microrganismos. Além de ser um material que resiste ao tempo, aceita infiltração, lavagem e não desbota e necessita somente de uma repintura a cada 6 ou 10 anos, a principal desvantagem deste tipo de tinta consiste em necessitar uma superfície com alguma rugosidade e porosidade para uma boa fixação (KWAI & MORAES, 2013; LIMA & MORAES, 2018).

A metodologia foi aplicada ao material e resultou em uma nota de 1,57 com destaques positivos funcionar como isolante térmico e a possibilidade de criar parcerias com cooperativas e ONG's; o destaque negativo consiste em necessitar de outros materiais para acabamento.

Este material é utilizado em ambos os países, Brasil e Portugal, não havendo, portanto, uma exclusividade de uso. Entretanto Portugal apresenta uma característica marcante no uso e escolha dos materiais, trata-se do foco que em tornar o processo produtivo.

## 5.2 PORCENTAGENS DOS CUSTOS PARA CONSTRUÇÕES

Conforme Gerolla (2016) uma obra de construção civil pode ser dividida em 10 etapas e cada etapa possui um impacto diferente no orçamento. A seguir segue a separação proposta por Gerolla (2016) juntamente com a porcentagem de influência de cada etapa em média.

- Projeto, aprovações na prefeitura e outras burocracias (de 3% a 5%);
- Preparações preliminares (até 3%)
- Fundações (de 3% a 7%)
- Estrutura (de 12% a 20%)
- Fechamentos (de 10% a 19%)
- Cobertura (de 3% a 5%)
- Instalações elétricas (8%)
- Instalações hidráulicas (de 9% a 12%)
- Acabamentos internos e externos (de 20% a 38%)

- Limpeza, retoques e arremates (de 1% a 2%)

Utilizando esta segregação de etapas da obra é possível elaborar rankings com os materiais analisados previamente e assim quantificar quanto cada substituição de materiais impactará no resultado da etapa em questão ou final da obra.

### 5.3. RANKINGS

Pensando em como auxiliar na melhor escolha dos materiais a serem utilizados no projeto criamos rankings específicos e um geral dos materiais analisados.

#### 5.3.1. Ranking Geral

Quadro 3: Quadro com o ranking geral dos materiais analisados.

| <b>Materiais</b>                                      | <b>Notas</b> |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Bambu                                                 | 3,57         |
| Madeira                                               | 3,19         |
| Tijolo de solo-cimento                                | 2,9          |
| Terra                                                 | 2,71         |
| Steel Frame e Wood Frame                              | 2,33         |
| Agregado com cinzas de cascas de arroz                | 2,14         |
| Agregado com cinzas do bagaço de cana                 | 2,14         |
| Vidros                                                | 2,14         |
| Materiais de mudança de fase                          | 2,05         |
| Agregado com Resíduos de Construção e Demolição (RCD) | 1,95         |
| Cimento Portland                                      | 1,86         |
| Cimento com escória de alto-forno                     | 1,76         |
| Cimento com Resíduos de Construção e Demolição        | 1,76         |
| Cimento pó de calcário                                | 1,76         |
| Agregado com pneu inservível                          | 1,67         |
| Tintas minerais                                       | 1,57         |
| Agregado com cerâmica vermelha                        | 1,29         |
| Agregado com cinzas volantes                          | 1,29         |
| Agregado com vidro                                    | 1,29         |
| Agregado siderúrgico ou escória de aciaria            | 1,29         |
| Gesso                                                 | 1,29         |

Fonte: Lima e Moraes (2018)



### 5.3.2. Ranking estrutural tradicional

Quadro 4: Quadro com o ranking de matérias estruturais tradicionais.

| <b>Materiais</b>                                      | <b>Notas</b> |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Agregado com cinzas de cascas de arroz                | 2,14         |
| Agregado com cinzas do bagaço de cana                 | 2,14         |
| Agregado com Resíduos de Construção e Demolição (RCD) | 1,95         |
| Cimento Portland                                      | 1,86         |
| Cimento com escória de alto-forno                     | 1,76         |
| Cimento com Resíduos de Construção e Demolição        | 1,76         |
| Cimento pó de calcário                                | 1,76         |
| Agregado com pneu inservível                          | 1,67         |
| Agregado com cerâmica vermelha                        | 1,29         |
| Agregado com cinzas volantes                          | 1,29         |
| Agregado com vidro                                    | 1,29         |
| Agregado siderúrgico ou escória de aciaria            | 1,29         |

Fonte: Lima e Moraes (2018)

### 5.3.3. Ranking estrutural sustentável

Quadro 5: Quadro com o ranking de matérias estruturais sustentáveis.

| <b>Materiais</b>         | <b>Notas</b> |
|--------------------------|--------------|
| Madeira                  | 3,19         |
| Tijolo de solo-cimento   | 2,9          |
| Terra                    | 2,71         |
| Steel Frame e Wood Frame | 2,33         |

Fonte: Lima e Moraes (2018)

### 5.3.4. Ranking acabamento

Quadro 6: Quadro com o ranking de matérias voltados para o acabamento.

| <b>Materiais</b>             | <b>Notas</b> |
|------------------------------|--------------|
| Bambu                        | 3,57         |
| Madeira                      | 3,19         |
| Vidros                       | 2,14         |
| Materiais de mudança de fase | 2,05         |
| Tintas minerais              | 1,57         |
| Gesso                        | 1,29         |

Fonte: Lima e Moraes (2018)

## 5.4 COMPARAÇÃO DAS LEGISLAÇÕES BRASILEIRA E PORTUGUESA COM AS PROPOSTAS DE INCENTIVOS

### 5.4.1 Legislação internacional

A Europa compõe a vanguarda da questão de incentivos fiscais e/ou tributários voltados à construção sustentável, portanto faz-se importante levantar informações teóricas e práticas do

uso de diversas ferramentas que estimulem o aprimoramento da construção sustentável (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

O tema na União Europeia (U.E.), estabeleceu padrões, leis, incentivos, objetivos e outra ferramentas voltadas à sustentabilidade para que seus países membros consigam diminuir os impactos ambientais, aprimorar tecnologias, reduzir o consumo de recursos naturais e tantos outros benefícios. Alavancando assim toda a cadeia produtiva devido a abrangência continental que as diretrizes abrangem (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

De maneira a adquirir mais informações e detalhes sobre órgãos governamentais, práticas e ferramentas utilizadas para aprimorar a questão ambiental um foco maior em um país membro da U.E. se faz necessário, portanto na sequência analisaremos Portugal (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

#### **5.4.2 Legislação da construção sustentável em Portugal**

Portugal assim como os demais membros da U.E. devem seguir as diretrizes estabelecidas pelo bloco econômico, preservando as particularidades de cada país, entretanto cada país tem autonomia para implantar medidas mais restritivas de forma a beneficiar o país e o meio ambiente.

Desta forma podemos citar algumas legislações e ações implementadas por Portugal que contribuem para o alcance dos objetivos propostos pela União Europeia assim como para o benefício e alcance estabelecidos pelos órgãos pertinentes ao governo, através de ações prescritivas e incentivos econômicos.

##### *5.4.2.1 Agência Portuguesa do Ambiente*

Portugal criou a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) com o objetivo de gerir questões ambientais atreladas as políticas ambientais juntamente a todas as partes interessadas de maneira integrada, visando a proteção e valorização do meio ambiente (APA, 2019).

A APA desempenha funções de monitorização, planeamento e avaliação, licenciamento e fiscalização sendo responsável pelos seguintes temas água e litoral, resíduos, alterações climáticas e ar, ruído, emergências radiológicas, avaliação de impacto ambiental, economia circular, ou educação ambiental e Relatório do Estado do Ambiente de Portugal (APA, 2019).

Portanto este órgão é o principal regulador ambiental do país, nele está reunido todas as políticas ambientais vigentes no país como água, alterações climáticas, desenvolvimento sustentável, resíduos entre outras. Desta forma os instrumentos e sistemas de informação

contribuem para a execução e implementação dos objetivos e desta forma é possível atingir as metas estipuladas, dentre estas importantes ferramentas temos avaliação de impacto ambiental, avaliação ambiental estratégica, fiscalização verde, entre outras opções (APA, 2019).

Porém um destaque especial deve ser dado para o sistema de incentivos fiscais, pois o mesmo estabelece o Sistema de Incentivos Fiscais à I&D Empresarial (SIFIDE) que visa aumentar a competitividade das empresas ao reduzir o valor cobrado do imposto sobre o rendimento das pessoas coletivas (IRC) através da avaliação e aprovação de projetos que estimulem atividades de pesquisa e desenvolvimento (APA, 2019).

#### *5.4.2.2. Sistema de Registro de Declarações Ambientais de Produto*

Visando mapear e reduzir os impactos ambientais negativos causados por produtos e serviços utilizados na cadeia da construção sustentável, surgiu a ferramenta de Declarações Ambientais de Produtos (DAP) que tem por objetivo comunicar as informações ambientais dos produtos/serviços oferecidos assegurando a validade científica do desempenho ambiental dos mesmos, devido a verificação de terceira parte (PORTUGAL, 2019).

Com o objetivo de colaborar Portugal criou o sistema DAP Habitat, que consiste no registro nacional de declarações ambientais do tipo III, que visa disponibilizar informações devidamente validadas de acordo com a ISO 14025 e a EN 15804 em um banco de dados de acesso público e nível nacional e internacional (PORTUGAL, 2019).

Portanto com este sistema o desempenho de produtos e serviços ambientais estará disponível para consulta de qualquer parte interessada nacional ou internacional, atrelando benefícios como um conhecimento detalhado dos impactos decorrentes do processo de fabricação e possíveis oportunidades de melhoria, possibilidade de desenvolver o ECO-design e otimizar soluções voltadas à sustentabilidade do negócio (PORTUGAL, 2019).

#### **5.4.3 Legislação brasileira**

Após realizar a pesquisa sobre a legislação internacional o mesmo exercício deve ser realizado para a legislação nacional de forma a entender melhor o contexto brasileiro de forma a propor um projeto viável à realidade brasileira sobre implementação de boas práticas internacionais, sendo assim necessário uma maior discussão sobre os instrumentos de maior destaque na elaboração e aplicação de políticas públicas, sendo elas: pagamentos por serviços ambientais, IPTU Verde e produção mais limpa (P+L) e ecoeficiência.

#### *5.4.3.1 Pagamento por serviços ambientais*

Tratando sobre o instrumento econômico Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) que visa recompensar todo aquele que, devidos as suas práticas de conservação, proteção, manejo e recuperação de ecossistemas, mantém ou incrementa o fornecimento de um serviço ecossistêmico (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA, 2017).

Dentro da categoria serviços ecossistêmicos podemos incluir: a regulação do clima, a manutenção da fertilidade e o controle da erosão dos solos, o armazenamento de carbono, a ciclagem de nutrientes, o provimento de água, a proteção da biodiversidade, a beleza cênica e a manutenção de recursos genéticos (WUNDER ET AL, 2008).

Portanto devido ao potencial de proteção e uso sustentável dos recursos ambientais atrelado do PSA, este tem se tornado uma importante ferramenta da política ambiental brasileira graças a possibilidade de ampliação da escala dos programas e projetos, bem como de sua replicação para outras partes do país e outros lugares do mundo e disponibilizando uma possível melhora na qualidade de vida das populações que dependem economicamente do uso e exploração de tais recursos ambientais (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA, 2017).

A elaboração de políticas públicas é uma das principais formas de fomentar a existência de programas e projetos de PSA, pois através destas ferramentas é possível notar que vem sendo gerado uma crescente expansão na quantidade de políticas públicas deste tema em âmbito regional e local.

Porém, se faz necessário garantir que haja viabilidade econômica e técnica para tanto, para se estabelecer uma política de PSA, pois esta deve estar contextualizada no sistema legal brasileiro de forma que preveja e embase seus elementos essenciais. Sendo os seguintes elementos:

- Suas competências para tanto (administrativas e legislativas);
- Se devem decorrer ou não de uma lei; e
- Se podem ser desenvolvidas por atos normativos da administração pública,

ainda que não haja lei disciplinando a matéria em questão.

#### *5.4.3.2 Produção mais limpa (P+L) e ecoeficiência*

No Brasil a produção mais limpa juntamente com a ecoeficiência ganharam força com a criação do Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – CEBDS, que reúne grandes corporações e tem a missão de promover o desenvolvimento sustentável no

setor empresarial. Portanto mesmo com a grande disponibilidade de recursos disponíveis no território o país se destaca nestes conceitos devido à grande capacidade de inovação e criação presente no cenário empresarial científico do país e devido ao grande destaque que a ecoeficiência e a produção mais limpa apresentam é válido a conceituação destes importantes instrumentos (SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 2016).

A ecoeficiência que visa uma maior produção utilizando menos insumos, menos produtos tóxicos e não-biodegradáveis aliados a uma menores impactos ambientais negativos. Desta forma podemos dizer que os princípios básicos são: reduzir o uso de matéria prima, de energia e da dispersão de poluentes; maximização do uso sustentáveis dos recursos naturais, aumento da vida útil dos produtos; assim como o reaproveitamento e reciclagem de resíduos e subprodutos (MUNHOZ, 2008).

Dentro do contexto da ecoeficiência está atrelado a Produção Mais Limpa (P+L) que possui um viés preventivo em que trata de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica estabelecida em que visa o desenvolvimento sustentável, pois objetiva aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, minimização ou eliminação de produtos tóxicos (MUNHOZ, 2008).

#### *5.4.3.3 IPTU Verde*

No Brasil existe o imposto sobre as propriedades urbanas o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) que se trata de um programa que tem a finalidade de incentivar ações em prol do meio ambiente e do bem-estar social, tais como, preservação de áreas verdes, coleta seletiva, captação da energia solar, reutilização da água da chuva, entre outras atividades que poderão ser executadas pelos particulares, incentivando portanto práticas sustentáveis em construções novas ou reformadas as prefeituras dos municípios disponibilizam uma série de exigências que podem resultar na aplicação de descontos até a isenção do imposto (FEIO, 2018).

De maneira geral, as principais medidas incentivadas pelo programa para obtenção de desconto são: a instalação de sistemas de captação de água de chuva e/ou de reuso de água, a construção de cobertura vegetal, a presença de áreas permeáveis maiores do que as exigidas pela municipalidade, a instalação de sistema de captação de energia solar, o plantio de árvores em frente à residência e a construção com materiais sustentáveis (FEIO, 2018).

#### 5.4.3.4 Poluidor pagador

O poluidor pagador é um dos princípios do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/10, que busca a preservação do meio ambiente, pois este conceito implica em um mecanismo que visa atribuir ao poluidor os custos das medidas adotadas pelo Poder Público para prevenir a poluição (ROMANO,2019).

Este princípio foi evoluindo com o passar do tempo sendo também aplicado em situações de poluição accidental, contaminação. Portanto em 1991 a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) definiu que é de responsabilidade do poluidor indenizar os custos da poluição, de combate à poluição, os danos causados e das indenizações das vítimas, ou seja, este é responsável por todos os custos sempre considerando o sentido mais amplo da questão conforme (BARICHELLO e ARAÚJO, 2009).

Portanto o princípio do poluidor pagador trata-se de uma ferramenta de caráter preventivo e sancionador para evitar a ocorrência de danos ambientais e doutrinação de ações de indivíduos de forma a evitar que cometam atos que possam prejudicar o meio ambiente (ERCOLIN, 2015).

### 5.5 COMPARATIVO DAS LEGISLAÇÕES

Durante o estudo e análise foi possível notar que atualmente as legislações, programas e incentivos de Portugal estão voltados à melhoria do processo produtivo que forma a produção seja mais eficiente e consuma a menor quantidade possível de recursos, juntamente com a redução dos impactos ambientais anteriormente mapeados. Portanto podemos dizer que Portugal preza por uma gestão global do tema, pois abrange deste a extração da matéria prima até o destino final, abrangendo toda a cadeia produtiva.

Realizando a mesma análise para a legislação brasileira foi possível notar que o Brasil encontra-se na escala regional de projetos, leis e incentivos devido ao pouco tempo que questões sustentáveis passaram a fazer parte da rotina dos brasileiros, portanto o tema com abrangência a nível regional encontra-se intrínseco as ações da iniciativa privadas incentivadas pelo poder público, as demais iniciativas ainda preservam o caráter pontual de soluções. Segue uma planilha resumo sobre as conclusões estabelecidas.

Quadro 7: Quadro que apresenta os principais pontos das legislações brasileiras e portuguesas para incentivo no uso de materiais sustentáveis e sua abrangência

| País     | Metodização                                              | Funções                                                                                                                                                                           | Abrangência |
|----------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Portugal | Agência portuguesa do ambiente                           | Ser o órgão regulamentador, fiscalizador e mantenedor da qualidade do meio ambiente português                                                                                     | Nacional    |
|          | Sistema de Registro de Declarações Ambientais de Produto | Mapear e reduzir os impactos ambientais negativos causados por produtos e serviços da construção sustentável                                                                      | Mundial     |
| Brasil   | Pagamento por serviços ambientais                        | recompensar aqueles que, devidos as suas práticas de conservação, proteção, manejo e recuperação de ecossistemas, mantém ou incrementa o fornecimento de um serviço ecossistêmico | Local       |
|          | Produção mais limpa (P+L) e ecoeficiência                | Otimizar ao máximo os processos produtivos de forma a produção opere utilizando uma menor quantidade de recursos                                                                  | Regional    |
|          | IPTU Verde                                               | Redução no valor do tributo conforme a redução no uso de recursos e desempenho de sistemas                                                                                        | Local       |

Fonte: Elaborado pela autora

## 5.6. POSSIBILIDADE DE UTILIZAR INCENTIVOS FISCAIS E/OU TRIBUTÁRIOS

Visando alcançar o desenvolvimento nacional sustentável no Brasil o Poder Público necessita desenvolver e adotar políticas de incentivo, fiscais e/ou tributárias, pois desta forma estimula à adoção de medidas sustentáveis de maneira mais incisiva (DANTAS et al., 2015).

Adotando esta atitude o Estado passa a incentivar empresas e ações sustentáveis através de financiamentos e/ou subsídios e consequentemente inicia o detrimento das ações e atividades não sustentáveis, pois as mesmas perderão os incentivos governamentais e serão taxadas através do princípio poluidor-pagador (CLAUDINO, 2001).

Esta conclusão deriva da prática de incentivos fiscais ambientais iniciada na Europa nos anos de 1980. A disseminação e incorporação da legislação de incentivos ambientais foi intensificada durante os anos de 1989 e 1994 em que países como França, Itália e Estados Unidos implementaram tais práticas (DANTAS et al., 2015).

Portanto o Brasil pode adotar o mesmo posicionamento nos âmbitos federal, estadual e municipal, pois a Constituição brasileira de 1988 prevê no artigo 170 a possibilidade de intervenção na ordem econômica e financeira a fim de proteger valores, princípios e direitos difusos, coletivos e metaindividuais. Destacando o inciso VI que trata especificamente da defesa do meio ambiente (DANTAS et al., 2015).

Desta forma as medidas de intervenção econômica voltadas à defesa do meio ambiente encontram-se respaldadas pela Constituição, tornando incentivos voltados para o desenvolvimento sustentável legítimas (DANTAS et al., 2015).

#### **5.6.1 Exemplos de incentivos federais implantados**

Existem impostos da União que podem sofrer alterações de forma a incentivarem práticas sustentáveis, podemos citar o Imposto de Renda, que já permitiu que pessoas físicas e jurídicas abatessem das declarações uma fração ou o total do valor empregado em florestamento e reflorestamento. Outro exemplo são os Impostos de Importação e Exportação, pois com a alteração das alíquotas é possível demonstrar a preferência por produtos ambientalmente corretos durante as transações comerciais (DANTAS et al., 2015).

#### **5.6.2 Exemplos de incentivos estaduais implantados**

Na esfera Estadual podemos identificar um cenário favorável as práticas sustentáveis, pois o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores do Rio de Janeiro apresenta valores de cobrança diferenciados para o tipo de combustível utilizado assim como a atividade a ser executada (DANTAS et al., 2015).

#### **5.6.3 Exemplos de incentivos municipais implantados**

Os municípios também dispõem de iniciativas que possuem respaldo legal e dependem somente de iniciativas legislativas, por exemplo pode-se utilizar o Imposto Predial Territorial Urbano através da progressividade temporal e o tipo de uso de acordo com a função social da propriedade. Esta ação está respaldada pelo próprio Estatuto das Cidades, instituído pela Lei n.10.257/2001 que dispõe em seu artigo 7º acerca da progressividade dos descontos como um instrumento de política urbana (DANTAS et al., 2015).

### **5.7 PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE INCENTIVO E SISTEMA**

#### **5.7.1 Proposta de sistema de registro de material**

Portugal elaborou o sistema DAP Habitat para que os impactos negativos causados ao meio ambiente fossem reduzidos, pois é um sistema que visa reunir em um único local todas as declarações ambientais de terceira parte sobre o ciclo de vida do material em um local, pois desta maneira a escolha dos materiais seria realizada com maior consciência ambiental baseada no conhecimento científico.

Entretanto a realidade brasileira não nos permite estabelecer que os materiais utilizados na construção civil possuam uma avaliação de terceira parte sobre o ciclo de vida dos produtos,



pois acarretaria em um maior encarecimento dos produtos, pois todo o preparo científico prévio junto com o processo de verificação de terceira parte poderia inviabilizar o comércio competitivo dos produtos.

Portanto uma solução intermediaria aparece como opção mais viável, portanto o governo Brasileiro pode estabelecer um sistema ou diretriz que implique na utilização da metodologia citada previamente. Desta maneira será possível realizar o ranqueamento dos materiais utilizados pela indústria da construção civil brasileira de forma que melhores escolhas sejam feitas.

Além de escolhas inteligentes podemos estabelecer parâmetros de descontos em impostos, assim ao estabelecer uma métrica sobre a avaliação dos materiais podemos utilizar desta mesma métrica para incentivos fiscais.

#### **5.7.2 Proposta de incentivo tributário e fiscal**

Existem incentivos fiscais e/ou econômicos por boas práticas, uso de materiais e tecnologias que tragam benefícios ao meio ambiente, tanto no âmbito internacional e nacional, estes incentivos podem decorrer em esferas menores como municípios e estados ou podem englobar esferas maiores como o âmbito federal ou de blocos econômicos.

Possuindo como contexto a realidade e sociedade brasileira as melhores soluções são propostas intermediárias que podem ser implantadas sem a necessidade de grandes investimentos financeiro e que com o engajamento de pessoas e empresas os incentivos podem ficar mais rígidos e complexos.

Desta forma podemos nos basear no incentivo e conceito estabelecido pelo IPTU verde e replica-lo para a seleção de materiais da construção civil, conforme dito anteriormente com o governo estabelecendo uma sistemática em que os materiais utilizados sejam avaliados e tenham essa avaliação disponível para consulta de qualquer usuário, os descontos a serem implantados nos impostos inerentes ao processo produtivo de cada material, pois assim o preço dos materiais produtivos será ainda mais competitivo no momento da compra dos consumidores e será possível criar uma maior consciência ambiental nas pessoas e empresas.

Portanto a proposta é de que de acordo com a nota resultante da aplicação da metodologia de análise do material o desconto aplicado no processo produtivo siga o quadro abaixo:

Quadro 8: Quadro que apresenta a relação entre a nota recebida e o desconto a ser implantado no Brasil e Portugal

| <b>Nota</b>         | <b>Desconto</b> |
|---------------------|-----------------|
| $X > 4$             | Até 85%         |
| $2,5 > X \leq 4$    | Até 60%         |
| $1,25 > X \leq 2,5$ | Até 45%         |
| $0 > X \leq 1,25$   | Até 20%         |
| $X \leq 0$          | Sem desconto    |

Fonte: Elaborado pela autora

## 6. CONCLUSÃO

Após a execução da revisão bibliográfica do trabalho foi possível notar diversas lacunas nos processos clássicos de avaliação de materiais sustentáveis utilizados na construção civil juntamente com o fato destas metodologias possuírem uma grande complexidade para serem utilizadas pelo público em geral.

Portanto surgiu a oportunidade de se desenvolver uma nova metodologia de análise simplificada que abrange as lacunas identificadas nas metodologias já existentes juntamente combinada com conceitos críticos para se analisar a sustentabilidade dos materiais utilizados na construção civil. Desta forma esta nova metodologia possibilita que pessoas de diversos níveis de conhecimento sobre o tema a utilizem a ferramenta e realizem os cálculos necessários para atribuir a nota ao material estudado e assim realizar escolhas consciente sobre os melhores materiais a serem utilizados nas obras civis.

Os materiais selecionados para serem analisados no trabalho são utilizados em obras civis brasileiras e portuguesas e após analisados pela metodologia proposta foi possível concluir que ainda existe margem para melhora na cadeia do processo produtivo juntamente com uma margem para inovações e novas tecnologias de forma a reduzir o impacto negativo global dos materiais e assim possam ser beneficiados por não prejudicarem o meio ambiente.

Este benefício seria originado com a implementação de novos incentivos fiscais e legais, pois com a análise da legislação vigente de Brasil e Portugal foi possível identificar boas práticas nacionais e internacionais a respeito dos materiais utilizados na construção civil.

Entretanto o Brasil encontra-se relativamente atrasado na questão ambiental quando comparado a Portugal, pois até o momento somente ações pontuais e regionais são realizadas, como podemos notar com o IPTU Verde, em contraponto em Portugal já se desenvolve projetos e produtos com visão nacional e até global de um sistema, como podemos notar com o sistema DAP Habitat.

Portanto foi possível concluir que adaptando métodos e sistemas já consolidados para a realidade brasileiras será possível desenvolver uma maior consciência ambiental na sociedade e em um futuro próximo restringir medidas e aplicar metodologias mais complexas que a apresentada neste trabalho até nos equiparmos as ações e sistemas internacionais, podendo até que os mesmos sejam compartilhados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

APA, Agência Portuguesa do Ambiente. **Agência Portuguesa do Ambiente**. Disponível em: <<https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=1484>>. Acesso em: 24 ago. 2019.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **As novas projeções da ONU sobre a população brasileira e mundial**. 2017. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/ladem/2017/06/28/as-novas-projecoes-da-onu-sobre-a-populacao-brasileira-e-mundial-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>>. Acesso em: 20 set. 2017.

ANDRADE, Elton Monteiro, ANDRADE, Franciele Costa, SANTOS, Jorge Marcio VIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 2016, São Cristovão. **PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECOEFICIÊNCIA COMO FERRAMENTA DO ENGENHEIRO**. São Cristovão, Se: Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe, 2016. 10 p. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7630/2/ProducaoMaisLimpa.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

BARICHELO, Stefania Eugenia, ARAÚJO, Luiz Ernani Bonesso. O princípio do poluidor-pagador no Protocolo de Quioto, 2009

BISSOLI-DALVI, M et al. A Necessária Simplificação Na Metodologia De Avaliação Da Sustentabilidade Dos Materiais: Estudo De Caso – ISMAS. Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/artigo378627.pdf>>. Acesso 26 de maio de 2017.

BLUMENSCHIN, R. N. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras**. Distrito Federal, 2007

BRUNDTLAND, G. H.- **Our Common Future: The world commission on environment and development**. Paris, Oxford University Press, 1987

VANZOLINI. Certificação: Edifícios Habitacionais 2013 – versão 2, 2013. Disponível em <[https://www.vanzolini.org.br/download/RT\\_Edificios\\_habitacionais\\_v2\\_2013.pdf](https://www.vanzolini.org.br/download/RT_Edificios_habitacionais_v2_2013.pdf)> Acesso em 11 de fevereiro de 2018.

CIB; UNEP-IETC. **AGENDA 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. 2002

CLAUDINO, Antônio. o desenvolvimento sustentado e os pressupostos para uma sociedade eco-sustentada. revista de Direitos Difusos – Desenvolvimento sustentável, Rio de Janeiro: Esplanada-Adcoas, ano 6, v. 1, p. 773, abr. 2001

CLAUDINO, Antônio. O desenvolvimento sustentado e os pressupostos para uma sociedade eco-sustentada. Revista de Direitos Difusos – Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro: Esplanada-Adcoas, ano 6, v. 1, p. 773, abr. 2001.

CNI; CBIC: **Construção verde**: Desenvolvimento com sustentabilidade. Brasília, 2012.

COMISSÃO EUROPEIA. **Comissão Europeia**. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/info/index\\_pt](https://ec.europa.eu/info/index_pt)>. Acesso em: 24 ago. 2019.

COMO Calcular Material de Construção: Aprenda como calcular material de construção necessário para a execução de determinados serviços de construção. 2013. Disponível em: <<https://construfacilrj.com.br/como-calcular-material-de-construcao/>>. Acesso em: 01 jul.

2018.

DALLA COSTA, E.; MORAES, C. S. B. *Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise Comparativa das Certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental)*. **Engenharia Ambiental (Online)**. v.10, p.160 - 169, 2013.

DANTAS, Marcelo Buzaglo et al. **Mapeamento De Incentivos Econômicos Para A Construção Sustentável**: A indústria da construção brasileira em busca da sustentabilidade. Florianópolis: Cbic – Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2015. Disponível em: <[https://cbic.org.br/sustentabilidade/wp-content/uploads/sites/22/2017/08/Mapeamento\\_de\\_Incentivos\\_Economicos.pdf](https://cbic.org.br/sustentabilidade/wp-content/uploads/sites/22/2017/08/Mapeamento_de_Incentivos_Economicos.pdf)>. Acesso em: 07 ago. 2019.

DAVINI, Gabriel Antunes. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: COMPARATIVO ENTRE BRASIL E PORTUGAL**. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2016.

DEEKE, V; CASAGRANDE JR. E. F. **Edificações sustentáveis em instituições de nível superior**. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.usp.br/nutau/CD/03.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2013

ERCOLIN, Anna Maria Mazeto et.al, O Princípio do Poluidor-Pagador e sua Aplicabilidade, 2015. Disponível em <https://emdeis.jusbrasil.com.br/artigos/311776167/o-principio-do-poluidor-pagador-e-sua-aplicabilidade>. Acesso em 28 de novembro de 2019

FEIO, Luiza Gaspar. O IPTU verde e a construção da cidade sustentável. 2018. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Jurídicas, Belém, 2018. Programa de Pós-Graduação em Direito. Disponível em:

<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10160>. Acesso em: 25 jul de 2019

FLORIM, L. C; QUELHAS, O. L. G. *Contribuição para a Construção Sustentável: Características de um Projeto Habitacional Eco-Eficiente*. **Revista ENGEVISTA**. v. 6, n. 3, p. 121-120, dezembro, 2004.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV). Referencial Técnico de Disponível em: [http://www.academia.edu/1395009/Construcao\\_Sustentavel\\_Mito\\_ou\\_Realidade](http://www.academia.edu/1395009/Construcao_Sustentavel_Mito_ou_Realidade) Acesso em: 19 fev. 2016

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA. **GUIA PARA FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS ESTADUAIS E MUNICIPAIS DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS**. Brasil: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2017. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/143-economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade.html?download=1420:guia-para-a-formula%C3%A7%C3%A3o-de-pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-estaduais-e-municipais-de-pagamento-por-servi%C3%A7os-ambientais>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

GEROLLA, Giovanni. Qual percentual médio do orçamento corresponde a cada etapa da obra. 2016. Disponível em: <https://universa.uol.com.br/listas/qual-percentual-medio-do-orcamento-corresponde-a-cada-etapa-da-obra.htm>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

GIOVANELLI, Anderson. **Triple bottom line ou tripé da sustentabilidade**. 2015. Disponível em: <https://logisticareversa.org/2015/06/15/triple-bottom-line-ou-tripe-da-sustentabilidade/>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação LEED**. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/certificacao/certificacao-leed/>>. Acesso em: 21 out. 2017.

HAUTE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE. **Certificação AQUA-HQE em detalhes**. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **O desafio da sustentabilidade na construção civil. Série Sustentabilidade – Volume 5**. 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher. 2011.

KIBERT, C.- *Sustainable Construction – Green building design and delivery*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc, 2008

KWAI, L. L. **Tecnologias, Conceitos E Propostas De Materiais De Construção Sustentável Do Centro De Vivências Da Unesp, Rio Claro/SP**. Rio Claro, 2014.

KWAI, L. L. **Uso de tecnologias e alternativas para a aplicação de materiais sustentáveis na construção do Centro de Vivências da UNESP, Rio Claro/SP**. Iniciação Científica (Engenharia Ambiental). Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2013.

KWAI, L. L; MORAES, C. S. B. *Tecnologias, Conceitos e Propostas do Uso de Materiais para a Construção nas Universidades*. **Anais do XV ENGEMA – Encontro Internacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. São Paulo: FEA-USP, 2013.

LIDERA. **Sistema LiderA**. Disponível em: <<http://www.lidera.info/>>. Acesso em: 20 jul. 2019.



LIMA, Stephani Cristine de Souza; MORAES, Clauciana Schmidt Bueno de. **Análise de Viabilidade Socioambiental e Econômica de Materiais Sustentáveis para aplicação em Residências Unifamiliares**. Relatório de Pesquisa. Rio Claro: PIBIC, 2018.

LIPPI, M. et all. **Minha casa minha vida no Rio: Recomendações, Orientações e Caderno de Encargos para Habitação Sustentável**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2009.

LUCAS, S. M. S. O. **Critérios Ambientais na Utilização de Materiais de Construção**. Dissertação de mestrado em Gestão Ambiental Materiais e Valorização de Resíduos. Universidade de Aveiro. Aveiro, 2008.

LUCAS, V. S. **Construção Sustentável – Sistema de Avaliação e Certificação**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Ciências e Tecnologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

MORAES, C. S. B. **Análise da Eficácia e Viabilidade Socioambiental e Econômica de Tecnologias e Alternativas de Construção Sustentável para Habitação**. (Relatório de Pesquisa). Rio Claro/ SP: IGCE/ UNESP, 2019.

MORAES, C. S. B. et al. **Diagnóstico e Análise da Viabilidade Econômica e Socioambiental de Tecnologias e Alternativas direcionadas para a construção sustentável na habitação. Anais do 30 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. ABES, Natal, 2019.

MORAES, C.S.B., SANTESSO, C.A., ROCHA, R.P., LIMA, S.C.S. *Diagnosis and Analysis of the Economic and Socio-environmental Viability of Technologies and Alternatives for*

*Sustainable Housing Construction*. In: Monteiro J. et al. (eds). *Proceedings of the 2nd International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century*, INCReaSE 2019. Springer. p.903-918.

MUNHOZ, Deborah. **Ecoeficiência - Produção limpa e Ecodesign**. Belo Horizonte: III Simpósio Mineiro de Química, 2008. Disponível em: <<http://www.crqmg.org.br/eficiencia.php>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

PEREIRA, Patrícia Isabel. **Construção Sustentável: o desafio**. Porto, 2009.

PINHEIRO, M. D.- **Ambiente e Construção Sustentável**. Amadora, Instituto do Ambiente, 2006

PINHEIRO, M. D. *Construção sustentável: Mito ou realidade?* In: **Anais do 7º Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente**. Lisboa/ Portugal, 2003

PORTUGAL. SISTEMA DAPHABITAT SYSTEM. . **SISTEMA DE REGISTO DE DECLARAÇÕES AMBIENTAIS DE PRODUTO**. Disponível em: <<https://daphabitat.pt/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

ROCHETA, V.; FARINHA, F. *Práticas de Projecto e Construtivas para a Construção Sustentável*. In: **Anais do 3º Congresso Construção**. Coimbra/ Portugal, 2007. Disponível em: <<https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/33/1/ROCPra.pdf>> Acesso em: 14 jan. 2016

RODRIGUES, William Costa. **Metodologia Científica**. Rio de Janeiro: Faetec/ist, 2007. 20 slides, P&B. Disponível em:

<[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33851445/metodologia\\_cientifica.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia\\_Cientifica\\_Conceitos\\_e\\_Defin.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191026%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20191026T223848Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=72b8a18a76dd7092aed88509e40dbc4e87898250118e6a9deaf953aaca98ecca](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33851445/metodologia_cientifica.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologia_Cientifica_Conceitos_e_Defin.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191026%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191026T223848Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=72b8a18a76dd7092aed88509e40dbc4e87898250118e6a9deaf953aaca98ecca)>.  
Acesso em: 02 ago. 2019.

ROMANO, Rogério Tadeu. Anotações da doutrina sobre os princípios do poluidor-pagador e da prevenção . Revista Jus Navigandi, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 23, n. 5535, 27 ago. 2018. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/68537>. Acesso em: 30 nov. 2019.

SANTESSO, C. A. **Construção Sustentável e Habitação: Diagnóstico de Alternativas e Tecnologias de Energias para a Residência Unifamiliar**. Iniciação Científica (Engenharia Ambiental). Rio Claro: FAPESP/ Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2013.

SILVA, V G. **Indicadores De Sustentabilidade De Edifícios: Estado Da Arte E Desafios Para Desenvolvimento No Brasil**. Campinas 2008.

TOGNETTI, Giuliano. COMO ESTIMAR O CUSTO DE UMA OBRA EM 2 MINUTOS. 2015. Disponível em: <<http://engenheironocanteiro.com.br/orcamento-de-obra-cub/>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

UNITED STATES GREEN BUILDING CONCIL (USGBC), 2012. Disponível em <<http://www.usgbc.org>> Acesso em 11 de fevereiro de 2018.

WCED, **World Commission on Environment and Development**. Our Common Future. Oxford, U.K.: Oxford University Press, 1987. 383 p.

WUNDER, Sven (Coord.); BÖRNER, Jan; TITO, Marcos Rügnitz; PEREIRA, Lígia. Pagamentos por Serviços Ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal. Brasília: MMA, 2008. 136 p. (Série Estudos, 10).