

# Aprimoramento do ISMAS: instrumento auxiliar ao projetista para a seleção de materiais pautados nos princípios da sustentabilidade



# ISMAS

**Dra. Márcia Bissoli-Dalvi**

Coordenadora da pesquisa

**Dra. Cristina Engel de Alvarez**

Coordenadora do Laboratório de  
Planejamento e Projetos / UFES

Laboratório de Planejamento e Projetos  
Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes



Vitória  
2018

## Equipe

---

**Dra. Márcia Bissoli-Dalvi**

Coordenadora da pesquisa

**Dra. Cristina Engel de Alvarez**

Coordenadora do Laboratório de  
Planejamento e Projetos/ UFES

**Caroline Zamboni**

**João Victor Rabbi Bernardes**

**Lucas Martinez da Costa**

**Renata de Castro Vieira**

Graduandos de arquitetura e urbanismo  
Bolsistas de Iniciação Científica

**Eng. Civil Cláudia dos Santos Pereira**

**Arq. Mirna Elias Gobbi**

Voluntários

## Agradecimentos

---

Agradecemos o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq através do projeto de pesquisa registrado sob nº de processo: 443906/2014-9 (chamada Edital MCTI/CNPQ nº 14/2014). Agradecemos ainda aos pesquisadores do Laboratório de Planejamentos e Projetos (LPP/ Ufes) que contribuíram com o teste piloto e também aos alunos das faculdades de arquitetura e urbanismo do Espírito Santo que participaram do teste do instrumento no formato para web, além de alguns arquitetos que participaram voluntariamente.

## Lista de Figuras

---

Figura 1: Etapas que compõem os testes do instrumento .....	18
Figura 2: ISMAS – Página 1: apresentação.....	47
Figura 3: ISMAS – Página 2: instruções .....	48
Figura 4: ISMAS – Página 3: critério 1.....	48
Figura 5: ISMAS – Página 15: resultado do teste .....	49
Figura 6: Possíveis resultados do índice de sustentabilidade propostos pelo ISMAS ...	49
Figura 7: Representação visual do índice de sustentabilidade pelo ISMAS .....	50

## Lista de Quadros

---

Quadro 1: Parâmetros adotados para a definição dos pontos atribuídos .....	16
Quadro 2: Escala de ajuste dos pontos atribuídos para os pesos .....	17
Quadro 3: Faculdades de arquitetura do Espírito Santo .....	18
Quadro 4: Lista dos 30 critérios inicialmente elencados para o ISMAS .....	21
Quadro 5: Ferramentas de avaliação de sustentabilidade utilizadas na pesquisa....	22
Quadro 6: Critérios provenientes dos métodos de avaliação se sustentabilidade ....	23
Quadro 7: Critérios provenientes das ferramentas de suporte a seleção .....	32
Quadro 8: Critérios com potencialidade de serem adicionados ao ISMAS.....	35
Quadro 9: Estrutura proposta para o ISMAS .....	40
Quadro 10: Estrutura final do ISMAS após os refinamentos e reajustes .....	43
Quadro 11: Artigos produzidos.....	52

## Lista de Tabelas

---

Tabela 1: Correlação dos critérios e os pontos atribuídos.....	39
Tabela 2: Pesos atribuídos aos 11 critérios definidos .....	40
Tabela 3: Parâmetros para definição dos pontos dos novos critérios 5 e 6.....	42
Tabela 4: Pesos atribuídos aos novos critérios 5 e 6 do ISMAS.....	43
Tabela 5: Resultados obtidos.....	52

# Sumário

---

<b>1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO</b> .....	<b>8</b>
<b>2. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>3. OBJETIVO</b> .....	<b>13</b>
3.1. Objetivo Geral.....	13
3.2. Objetivos Específicos.....	13
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
4.1. Etapa I – Revisão bibliográfica e documental.....	15
4.2. Etapa II – Reestruturação do instrumento.....	16
4.3. Etapa III – Teste do Instrumento.....	17
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>21</b>
5.1. Revisão bibliográfica e documental.....	21
5.2. Reestruturação do instrumento.....	33
5.3. Realização de testes.....	42
5.3.1. <i>Resultados do teste piloto</i> .....	42
5.3.2. <i>Resultados do teste acadêmico e com profissionais</i> .....	45
<b>6. APRESENTAÇÃO DO ISMAS</b> .....	<b>47</b>
<b>7. PRODUÇÕES DA PESQUISA</b> .....	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>59</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>61</b>
<b>ANEXO 3</b> .....	<b>63</b>
<b>ANEXO 4</b> .....	<b>65</b>
<b>ANEXO 5</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXO 6</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXO 7</b> .....	<b>71</b>
<b>ANEXO 8</b> .....	<b>73</b>



# Apresentação do Projeto



## 1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

---

Atualmente é essencial para profissionais ligados à construção civil a busca do conhecimento sobre os aspectos de sustentabilidade, em particular o conhecimento inerente aos materiais. O surgimento de ferramentas de suporte à decisão em relação à construção civil tem contribuído para a adoção de metodologias para a seleção de materiais pautadas no conceito de sustentabilidade. Neste contexto surgiu o Instrumento para Seleção de Materiais Mais Sustentáveis - ISMAS -, desenvolvido por Bissoli-Dalvi (2014) em sua tese de doutorado. Esta pesquisa objetivou apresentar o aprimoramento do ISMAS, por meio de uma revisão do conteúdo abordado e da complementariedade da abordagem conceitual. A estrutura para tal está no formato Sistema para Web, sendo mantidas a objetividade de uso, a viabilidade econômica, é uma ferramenta disponibilizada gratuitamente, facilitando o acesso e a navegação. Para o aprimoramento, foram propostos ajustes e melhorias, além da ampliação do conteúdo. Dentre os procedimentos metodológicos adotados, destacam-se as etapas de identificação e seleção dos indicadores relacionados à temática propostos nas ferramentas de avaliação de sustentabilidade e de suporte para a seleção de materiais, e a posterior recorte e ajuste conceitual com base nas Agendas 21, pelo fato das mesmas representarem os principais instrumentos de planejamento em prol da sustentabilidade. A ferramenta reestruturada proporcionou a inserção de cinco critérios adicionais aos 7 existentes, estando agrupados nos temas: economia de matérias primas, geração e gestão de resíduos, e legalidade. Como produto final, foi disponibilizado um link de acesso ao sistema, que permite o uso por profissionais concomitante às suas atividades cotidianas. Este é hospedado no site do Laboratório de Planejamentos e Projetos / UFES ([lpp.ufes.br](http://pp.ufes.br)).



# 2

**Introdução**

## 2. INTRODUÇÃO

---

Com a evolução da indústria da construção, surge a necessidade da adoção de materiais que satisfaçam a uma demanda por conceitos diferenciais, destacando-se atualmente, as questões atreladas à sustentabilidade. Para a efetiva incorporação de novos valores na construção civil, os critérios adotados na etapa de seleção de materiais devem ser ampliados, abrangendo considerações que vão além dos habituais (ABEYSUNDARA; BABEL; GHEEWALA, 2009; HUANG *et al.*, 2011).

Neste contexto, surgem problemas pautados, principalmente, na insuficiência de informações que contribuam para a compreensão da sustentabilidade em relação aos materiais, como: falta de informações sistematizadas e regras objetivas de orientação para as escolhas (MARQUES, 2007); necessidade de conhecimentos diversos (OLIVEIRA, 2009); ausência de declaração ambiental dos materiais; existência de barreiras para a implementação de um estudo referente ao ciclo de vida, como a falta de informações (MARTINEZ; AMORIM, 2010); complexidade das cadeias produtivas de materiais (HORVATH, 2004); existência de particularidades dos produtos da construção (KOTAJI; SCHUURMANS; EDWARDS, 2003); além da dificuldade na análise das questões sociais e econômicas (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007).

Outros fatores também corroboram neste contexto, como a falta de disciplinas acadêmicas específicas e mecanismos para implantar novos hábitos; a resistência do cliente pelo custo de investimento em técnicas e materiais não tradicionais; a falta de exemplos concretos próximos; a resistência dos construtores e incorporadores em adotar novos conceitos; a falta de divulgação e normatização de produtos e soluções inovadoras; além da carência de dados que possibilitem a real compreensão dos princípios sustentáveis atrelados aos materiais (FAGUNDES, 2009). Complementa também, a subjetividade associada ao conceito de sustentabilidade, motivada, principalmente, pelas diferenças políticas, tecnológicas, culturais, sociais e econômicas (MATEUS; BRAGANÇA, 2004).

Considerado um assunto relativamente novo ou de pouco conhecimento na prática dos escritórios de arquitetura, muitos profissionais acreditam que o tema se refere somente aos princípios básicos de conforto ambiental ou de consumo de matéria prima, sendo que algumas iniciativas se apoiam no “modismo” e no



benefício proporcionado pelo marketing imobiliário, não utilizando critérios que, de fato, relacionam a sustentabilidade com a construção (ISOLDI, 2007; FAGUNDES, 2009; MARTINEZ; AMORIM, 2010). Neste sentido, faz-se necessária a introdução de novos conceitos e procedimentos, entre eles a disseminação no uso de tecnologias e materiais mais sustentáveis (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007). Se por um lado a sustentabilidade se caracteriza pela complexidade e diversidade de informações; por outro, há um movimento crescente para melhor usabilidade, apoiado também na simplicidade (MATEUS; BRAGANÇA, 2011).

Diante da necessária especificidade, foi desenvolvido o Instrumento para Seleção de Materiais de Construção Mais Sustentáveis – ISMAS na tese de doutorado de Bissoli-Dalvi (2014), que visa ser um facilitador para a atuação do profissional que almeja a produção de construções mais sustentáveis. Trata-se de um instrumento para auxiliar o projetista de nível superior na seleção dos materiais de construção baseado nos fundamentos conceituais sustentáveis, estruturado inicialmente com ênfase na economia de matérias-primas, geração e gestão dos resíduos. Nesta proposta inicial o Instrumento está estruturado com 7 critérios. Para cada critério foram disponibilizadas 3 possíveis respostas, as denominadas marcas de referências. Numericamente, foram definidos valores para pontuar cada marca de referência, estando atrelados aos seguintes níveis: Prática negativa (nível -1); Prática padrão (nível 0); e Prática positiva (nível +1).

A exemplo de ferramentas como o SBTool (INTERNATIONAL... 2007) e a ASUS (ALVAREZ; SOUZA, 2011), foram definidos pesos para cada critério. Através de média ponderada, o sistema de pontuação converte os valores numéricos das marcas de referência e dos pesos em uma pontuação final, chegando-se a um valor que determina o denominado “índice de sustentabilidade” atingido pelo material, o qual pode variar em: Muito baixo; Baixo; Médio; Alto; e Elevado. Para reestruturar e aprimorar o instrumento, foi adotada a mesma base estrutural e desenvolvido um sistema para Web que possui por diretrizes ser amigável, fácil e simples de operar, e intuitivo, para que seja utilizado com mínimas instruções. O acesso ao mesmo acontece por meio de um link hospedado no site do Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP/Ufes).



# 3

Objetivo

## 3. OBJETIVO

---

### 3.1. Objetivo Geral

O principal objetivo da pesquisa é aprimorar o instrumento ISMAS, que visa auxiliar o projetista na seleção dos materiais de construção baseado nos fundamentos conceituais sustentáveis, para que o mesmo tenha maior amplitude conceitual e assim possa contribuir com a avaliação da sustentabilidade de forma mais completa.

### 3.2. Objetivos Específicos

**I. Revisão bibliográfica e documental:** Realizar um levantamento acerca das principais ferramentas e metodologias com base sustentável, que contribuem para a seleção de materiais;

**II. Reestruturação do instrumento:** Identificar e avaliar quais critérios das referências utilizadas são passíveis de serem adicionados à ferramenta ISMAS, para o aprimoramento do instrumento;

**III. Teste do instrumento:** Aperfeiçoar o instrumento, com auxílio de testes e apresentar os resultados de cada etapa dos mesmos.



4

**Metodologia**

## 4. METODOLOGIA

---

No que refere aos procedimentos metodológicos, é indiscutível a necessidade de se considerar os aspectos relativos ao desenvolvimento do trabalho de forma articulada com as diversas etapas que estruturam a pesquisa. Tais etapas foram correlacionadas com os objetivos específicos definidos para a pesquisa.

### 4.1. Etapa I – Revisão bibliográfica e documental

Considerando a necessidade de direcionamento em aspectos específicos, foram efetuados levantamentos das referências especialmente relacionadas aos seguintes temas: conceitos gerais referentes a relação da sustentabilidade e os materiais de construção; levantamento de legislação e normas pertinentes; e identificação das metodologias e instrumentos de avaliação de sustentabilidade. Foi feita uma busca da proposta inicial de estruturação da ferramenta ISMAS, onde constam os 30 critérios considerados como base inicial para a pesquisa naquele momento (BISSOLI-DALVI, 2014).

Em paralelo, foi realizada uma catalogação dos critérios relacionados ao tema materiais, adotados nos métodos de avaliação de sustentabilidade reconhecidos no Brasil e no mundo, tais como: AQUA - Alta Qualidade Ambiental (FUNDAÇÃO..., 2007); ASUS - Avaliação de Sustentabilidade (ALVAREZ; SOUZA, 2011); BEAM PLUS (HK-BEAM..., 2004); BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM, 2009); CASBEE - Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (JAPAN..., acesso em 23 mar. 2017); GREEN STAR (GREEN..., 2008); HQE - Haute Qualité Environnementale (GUIDE..., 2011); LEED - Leadership in Energy & Environmental Design (LEED, 2009); SBAT - Sustainable Building Assessment Tool (COUNCIL..., acesso em 24 mar. 2017); e SBTOOL - Sustainable Building Tool (INTERNATIONAL... 2007).

Observa-se que os vários métodos existentes possuem particularidades, apresentando variações principalmente em relação às peculiaridades de cada lugar (BISSOLI-DALVI, 2014). Os dados obtidos foram complementados com o estudo das ferramentas de suporte para a seleção de materiais, tais como: ATHENA (ATHENA, acesso em 03 abr. 2017); BEES (LIPPIATT; GREIG; LAVAPPA, 2009); DESIGN INSITE (DESIGN, 1996); ECO-IT (ECO-IT, acesso em 05 abr. 2017); ECO-QUANTUM (ECO-QUANTUM, acesso em 10 abr. 2017); ENVEST (ENVIRONMENTAL..., acesso em



17abr. 2017); GABI (GABI, acesso em 19 abr. 2017); MATERIA BRASIL (MATERIA, 2013); MATERIAL CONNEXION (MATERIAL..., 1997); MAT WEB (MATWEB, acesso em 25 abr. 2017); SIMA PRO (SIMAPRO, acesso em 28 abr. 2017); e STYLE PARK (STYLEPARK, 2007).

## 4.2. Etapa II – Reestruturação do instrumento

Foi realizada a compilação das informações coletadas na etapa 1 e foram selecionados apenas os critérios que tinham relação direta com a escolha de materiais dentro da abordagem da sustentabilidade. Os critérios obtidos foram então relacionados com o contexto das Agendas 21. Dentro deste, foram pré-estabelecidos cinco itens que promovem algum tipo de relação do critério com determinados aspectos abordados pelas Agendas. Estes critérios foram avaliados de forma analítica, correlacionados também a uma cor, sendo que as relações poderiam acontecer de forma inexistente (vermelho), parcial (amarelo) ou direta (verde).

Sendo assim, foi elaborado um método de recorte para estabelecer quais critérios teriam potencial para serem incluídos à ferramenta ISMAS. Desta forma, o critério deveria apresentar, obrigatoriamente: cinco relações diretas com as abordagens retiradas das Agendas 21; quatro diretas + uma parcial ou uma inexistente; ou pelo menos três diretas + duas parciais. A partir dessa análise, foram obtidos os critérios com potencial para serem incorporados à ferramenta ISMAS.

Para a definição dos pesos para os novos critérios, utilizou-se a mesma metodologia desenvolvida por Bissoli-Dalvi (2014). Entretanto, para a definição dos pontos atribuídos a cada critério, nesta pesquisa foi considerado um parâmetro a mais (Quadro 1). A pontuação máxima de cada parâmetro foi estabelecida conforme o grau de importância do mesmo dentro do contexto sustentabilidade.

**Quadro 1: Parâmetros adotados para a definição dos pontos atribuídos**

(Continua)

Parâmetros considerados	Definição
Impacto do critério sobre o meio ambiente	Analisa o impacto de forma positiva, ou seja, a atuação do critério para a redução de impactos adversos. Os critérios podem ser julgados com 3 possibilidades de respostas: impacto alto, representado pelo valor de 1,5 (que representa 15% da somatória total de pontos), e impacto médio e impacto baixo, ambos respeitando uma progressão geométrica de razão $q=2$ .



(Conclusão)

Parâmetros considerados	Definição
<b>Escala de interferência do material</b>	Destaca a importância da escala de interferência de uma ação sobre o meio ambiente e está associado com a região geográfica onde é observado. Ele se dá por 3 possibilidades de respostas: muito abrangente (quando o efeito do critério atinge uma escala regional, que vai além do município onde a ação acontece), abrangência média (quando o efeito se estende para uma região maior do que o local de uso do material, porém dentro da zona municipal) e pouco abrangente (quando o efeito se dá de forma pontual, apenas no local de utilização desse material). Para muito abrangente, a pontuação foi de 3 e as abrangências média e baixa seguiram uma progressão geométrica decrescente de razão $q=2$ .
<b>Abrangência do critério para impulsionar a sustentabilidade</b>	Destaca a importância do critério para contribuir e impulsionar a sustentabilidade. Foram consideradas 3 possibilidades de respostas: Muito abrangente, abrangência média e pouco abrangente. Para a maior pontuação, representada pelo valor 4, foi considerado que este deveria equivaler a 40% do valor da somatória total de pontos, que podem atingir o valor 10. Para os outros dois parâmetros, abrangência média e pouco abrangente, o valor restante obedeceu uma progressão geométrica de razão $q=2$ . O valor considerado para pouco abrangente foi 0,75 pois se considera que, minimamente, os critérios impulsionam a sustentabilidade.
<b>Complexidade para avaliar o critério</b>	Avalia a facilidade ou não de uso dos critérios e os mesmos são julgados com 3 possibilidades de respostas: complexidade alta, representado pelo valor de 1,5 (que representa 15% da somatória total de pontos), média complexidade e baixa complexidade, ambos respeitando uma progressão geométrica de razão $q=2$ .

Para o cálculo da pontuação, os valores atribuídos a cada critério são somados, podendo-se atingir o máximo de 10 pontos se atenderem a resposta de maior pontuação em todos os parâmetros. Após esse cálculo, a pontuação obtida é identificada dentro de um dos quatro intervalos apresentadas no Quadro 2, para a definição do valor do peso considerado.

**Quadro 2: Escala de ajuste dos pontos atribuídos para os pesos**

PONTOS ATRIBUÍDOS	0 - 2,5	2,6 - 5	5,1 - 7,5	7,6 - 10
<b>Pesos considerados</b>	0,5	1	2	4

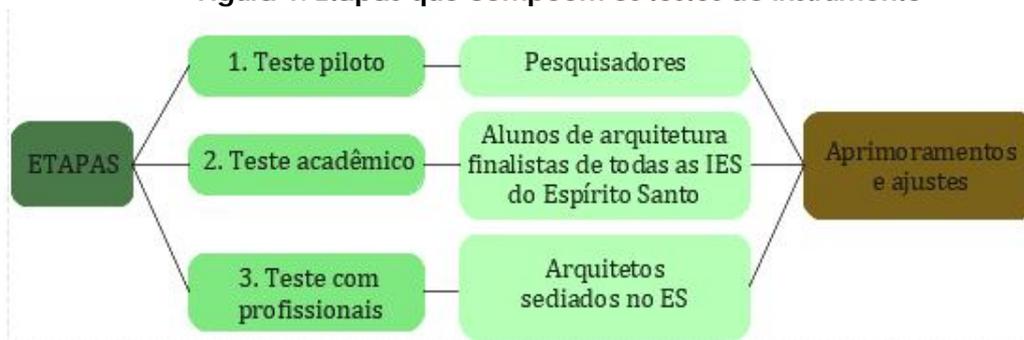
Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014)

### 4.3. Etapa III – Teste do Instrumento

Após o ajuste inicial do instrumento, foi feito um teste piloto e a complementação da pesquisa aconteceu com os testes envolvendo acadêmicos e profissionais, visando verificar a exequibilidade, a destreza do usuário, além de contribuir com possíveis melhorias. Estes aconteceram em três etapas, conforme esquematizado na Figura 1.



Figura 1: Etapas que compõem os testes do instrumento



Para o teste com alunos foram selecionados os finalistas, por considerar que já possuem algum conhecimento sobre o tema sustentabilidade. Para a identificação das faculdades, foram listadas as que possuem turmas finalistas dentre todas as reconhecidas pelo MEC no Estado do Espírito Santo. Com isso, foram consideradas nove faculdades de arquitetura (Quadro 3).

Quadro 3: Faculdades de arquitetura do Espírito Santo

(Continua)

Instituição de Ensino Superior	Início de funcionamento do curso	Portaria	Apresentam turmas finalistas
Centro Universitário Espírito-Santense (FAESA)	Não iniciado	197 de 04/10/2012	
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)	13/08/1979	232 de 31/03/1986	X
Universidade Vila Velha (UVV)	07/02/2008	46/2006	X
Faculdade Pitágoras de Linhares	03/02/2014	497 de 30/09/2013	
Centro Universitário São Camilo - Espírito Santo (São Camilo - ES)	15/10/2015	16 de 15/10/2015	
Faculdades Integradas de Aracruz (FAACZ)	25/02/2002	2599 de 06/12/2001	X
Faculdade Doctum de Vitória (DOCTUM)	19/09/2016	604 de 13/10/2016	
Faculdade Brasileira (MULTIVIX VITÓRIA)	21/02/2000	1.915 de 29/12/1999	X
Faculdade Capixaba da Serra (MULTIVIX SERRA)	15/02/2016	31 de 11/02/2016	
Faculdade Capixaba de Nova Venécia (MULTIVIX NOVA VENÉCI)	19/11/2013	212 de 17/05/2013	
Faculdades Integradas São Pedro (FAESA)	01/01/2009	1619 de 13/11/2009	X
Faculdade do Centro Leste (UCL)	22/04/2016	98 de 01/04/2016	
Faculdade Nacional (FINAC)	04/03/2002	562 de 22/03/2001	X
Centro Universitário Católico de Vitória	02/08/2012	49 de 28/05/2012	X



(Conclusão)

Instituição de Ensino Superior	Início de funcionamento do curso	Portaria	Apresentam turmas finalistas
Faculdade Vale do Cricaré (F.V.C.)	27/03/2014	209 de 27/03/2014	
Centro Universitário do Espírito Santo (UNESC)	06/02/2012	s/n	X
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES)	06/08/2012	20/2012	X
Faculdade Pitágoras de Guarapari	23/02/2015	809 de 22/12/2014	
Faculdade Norte Capixaba De São Mateus (MULTIVIX SÃO MATEUS)	19/02/2015	599 de 29/10/2014	
Faculdade da Serra (SERRAVIX)	Não iniciado	216 de 22/06/2016	
Faculdade América (América)	26/08/2016	1009 de 11/12/2015	
Faculdade Capixaba de Vila Velha (MULTIVIX VILA VELHA)	Não iniciado	755 de 19/07/2017	
Faculdade Capixaba De Cariacica (MULTIVIX CARIACICA)	17/11/2016	684 de 31/10/2016	

Foram convidados a participar alguns arquitetos atuantes no mercado da construção civil no Espírito Santo e que detêm conhecimento acerca do tema abordado no ISMAS, particularmente as premissas da sustentabilidade. Os testes no site do ISMAS ocorreram entre o dia 01 e o dia 15 de dezembro de 2017.



5

Resultados

## 5. RESULTADOS

Os resultados foram estruturados em etapas, para melhor apresentação e entendimento dos mesmos.

### 5.1. Revisão bibliográfica e documental

A revisão de literatura se mostrou uma base referencial para o embasamento da pesquisa. Quanto aos critérios, foi identificada a lista dos 30 critérios inicialmente definidos para na estruturação do ISMAS (BISSOLI-DALVI, 2014), apresentada no Quadro 4.

**Quadro 4: Lista dos 30 critérios inicialmente elencados para o ISMAS**

(Continua)

Categoria	Critérios	
Adequabilidade	01	A mão de obra é viável economicamente
	02	A manutenção ocasiona baixo impacto
	03	As características geométricas do material favorecem a modulação
	04	Favorece a adaptabilidade para diferentes usos
	05	O material é viável economicamente
	06	Utiliza o mínimo possível de embalagem
Desempenho	07	O material possui adequado desempenho acústico para a situação em que está sendo utilizado
	08	O material possui adequado desempenho lumínico para a situação em que está sendo utilizados
	09	O material possui adequado desempenho térmico para a situação em que está sendo utilizado
Energia	10	A procedência do material está inserida nas distâncias pré-estabelecidas
	11	Os processos favorecem a redução da energia incorporada
	12	Pode ser utilizado com mínimo processamento
	13	Prioriza o uso de fontes de energias renováveis nos processos
Legalidade	14	As organizações investem em equipamentos de segurança
	15	As organizações pagam o salário mínimo profissional
	16	As organizações possuem projetos de responsabilidade sócio ambiental
	17	As organizações possuem regularidade junto ao Governo Federal
	18	Contribui positivamente para o marketing sustentável
	19	Cumprir com as normas técnicas correspondentes ao mesmo
	20	O material não está proibido
	21	Possui certificação ambiental

(Conclusão)

<b>Categoria</b>	<b>Crítérios</b>	
Economia de Matérias-primas	22	A durabilidade independe de manutenção
	23	É possível ser reaproveitado, no todo ou em parte
	24	É renovável
	25	Dispensa materiais adicionais para acabamento
	26	Possui elementos reciclados
Geração e gestão de resíduos	27	Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento
	28	Favorece a baixa geração de resíduos
Emissões	29	Não emite odores
	30	Não emite substâncias prejudiciais à saúde

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi, 2014

Em paralelo foi feito o levantamento dos critérios que compõem os métodos de avaliação de sustentabilidade das principais ferramentas reconhecidas mundialmente (Quadro 5) e que possuem alguma relação com o tema materiais de construção (Quadro 6).

**Quadro 5: Ferramentas de avaliação de sustentabilidade utilizadas na pesquisa**

<b>Nome da ferramenta</b>	<b>LEED</b>	<b>HK BEAM SOCIETY</b>	<b>HQE</b>	<b>REEAM</b>	<b>GREEN STAR</b>	<b>CASBEE</b>	<b>SBAT</b>	<b>AQUA</b>	<b>ASUS</b>	<b>SBTOOL</b>
<b>País/local de origem</b>	Estados Unidos	Hong Kong	França	Inglaterra	Austrália	Japão	África do Sul	Brasil	Brasil	Canadá
<b>Nível de desenvolvimento do país/local (medido através do PIB per capita)</b>	Desenvolvido	Desenvolvido	Desenvolvido	Desenvolvido	Desenvolvido	Desenvolvido	Em desenvolvimento	Em desenvolvimento	Em desenvolvimento	Desenvolvido



Quadro 6: Critérios provenientes dos métodos de avaliação de sustentabilidade

(Continua)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>LEED</b>										
Armazenagem e recolhimento de materiais recicláveis	X	X			X				X	
Reuso de edificações	X	X		X	X	X	X			X
Gestão de resíduos	X	X	X	X	X			X	X	
Reuso de materiais	X				X	X	X		X	X
Uso de materiais reciclados	X	X		X		X	X		X	
Materiais fabricados regionalmente	X						X		X	
Materiais de rápida renovação	X	X							X	
Uso de madeira certificada	X	X			X	X			X	
Gestão de superfícies permeáveis: porcentagem de estacionamentos, caminhos, estradas e coberturas que possuam superfícies absorventes/ permeáveis (gramados, superfícies feitas de vegetais, pavimentos com sulcos amplos, materiais absorventes) (Desenvolvimento do sítio - Proteção ou restauração de habitat)	X	X	X	X			X	X		
Redução do efeito ilha de calor: especificação de materiais de cores claras para 50% das superfícies	X	X				X				
Escolher os produtos de construção de modo a limitar os impactos à qualidade do ar interior e à saúde humana	X		X			X	X	X	X	X
<b>HK BEAM SOCIETY</b>										
Reuso de edificações	X	X		X	X	X	X			X
Projeto modular e padronizado	X	X					X			
Fabricação fora do local	X	X								
Desconstrução e adaptabilidade		X	X		X	X	X	X		X
Durabilidade da envoltória		X								X
Materiais de rápida renovação	X	X							X	
Madeiras de origem sustentável	X	X			X	X			X	
Materiais reciclados	X	X		X		X	X		X	X
Substâncias destruidoras da camada de ozônio		X				X	X			X
Desperdício (resíduos) de demolição: gestão, classificação e reciclagem de resíduos de demolição		X		X	X			X	X	X
Desperdício (resíduos) de construção: gestão, classificação e reciclagem de resíduos de construção	X	X		X	X		X	X	X	X
Descarte de resíduos e instalações de reciclagem	X	X			X				X	X
Escolha de materiais com baixa energia embutida		X					X			X



(Continuação)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>HK BEAM SOCIETY</b>										
Microclima ao redor das construções: assegurar que o microclima ao redor e adjacente às edificações foi adequadamente considerado, e quando apropriado, garantir que medidas adequadas de minimização foram tomadas		X								X
Paisagismo e áreas plantadas: encorajar o desenvolvimento de edificações que preservem ou expandam áreas verdes, acrescentando qualidade ao ambiente de vida, reduzir a quantidade de superfícies que escoam para o sistema de drenagem e minimizar impactos na água durante a vida útil da edificação	X	X	X	X			X	X		
Consideração de como a construção e os materiais de superfícies e acabamentos refletem a energia e luz solar sobre os edifícios adjacentes, áreas públicas, vias, etc		X				X				
<b>HQE</b>										
Adaptar as escolhas construtivas à duração de vida da estrutura e sua utilização			X					X		X
Refletir sobre a separabilidade e adaptabilidade de produtos, sistemas e processos de construção		X	X		X	X	X	X		X
Escolha de produtos, sistemas ou processos, cujas características são testadas e compatíveis com a utilização			X					X		
Assegurar a facilidade de acesso para a manutenção do edifício			X	X		X	X	X	X	X
Escolha de produtos de construção fáceis de manter limitando os impactos ambientais e [favorecendo] a manutenção da saúde			X	X		X	X	X	X	X
Escolher os componentes da construção visando limitar os impactos ambientais da edificação			X	X		X		X		X
Uso de materiais e produtos de cadeias [produtivas] mais curtas e menos poluentes			X							
Implementar no projeto um volume mínimo de madeira			X							
Conhecer e limitar os impactos sanitários dos componentes da construção no que tange a qualidade do ar interior e a saúde humana	X		X			X	X	X	X	X
Conhecer a emissão de fibras e de partículas dos produtos em contato com o ar			X							
Limitar a poluição proveniente de eventuais tratamentos de madeira			X							



(Continuação)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>HQE</b>										
Escolher materiais, para a qualidade sanitária da água, conformes à normalização técnica			X					X		
Escolher materiais compatíveis com a natureza da água distribuída			X					X		
Melhorar a aptidão do edifício para limitar desperdícios (materiais que favoreçam melhor conforto térmico)	X		X	X		X		X	X	X
Desempenho acústico dos produtos			X			X		X	X	
Desempenho "visual" dos produtos			X					X	X	
Escolhas de produtos com baixas emissões de odores			X					X		X
Escolhas de produtos que favoreçam boas condições de higiene (redução do crescimento de fungos, bactérias, etc.)			X					X		
Gestão da infiltração: porcentagem de estacionamentos, caminhos, estradas e coberturas que possuam superfícies absorventes/permeáveis (gramados, superfícies feitas de vegetais, pavimentos com sulcos amplos, materiais absorventes)	X	X	X	X			X	X		
Minimizar a produção de resíduos do canteiro de obras: nas atividades de construção e desconstrução; medidas para reduzir a produção de resíduos e para otimizar o grau de desconstrução		X	X		X	X	X	X		X
Beneficiar o máximo os resíduos e de forma coerente com as cadeias locais existentes			X					X		
Assegurar-se da correta destinação dos resíduos	X	X	X	X	X			X	X	
<b>BREEAM</b>										
Especificação de materiais (principais elementos construtivos (paredes externas, janelas, cobertura, pisos, paredes internas e revestimentos)): Reconhecer e encorajar o uso de materiais construtivos com baixo impacto ambiental no seu ciclo de vida completo no edifício			X	X		X		X		
Paisagismo rígido e proteção de limites: Para reconhecer e encorajar a especificação de materiais para proteção dos limites e superfícies externas rígidas que tenham baixo impacto ambiental, tendo em conta o ciclo de vida dos materiais utilizados				X						
Reutilização de fachada: Reconhecer e incentivar o reuso das fachadas no caso de edifícios existentes				X	X					
Reutilização de estrutura: Reconhecer e incentivar o reuso de estruturas no caso de edifícios existentes	X	X		X	X	X	X			X



(Continuação)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>BREEAM</b>										
Fornecimento responsável de materiais: Reconhecer e incentivar a especificação de materiais fornecidos responsabilmente (sustentáveis, com certificados de extração, de beneficiamento, etc.)				X					X	
Isolamento: Reconhecer e incentivar o uso de isolamento térmico, que tem baixa carga de impacto ambiental em relação às suas propriedades térmicas	X		X	X		X		X	X	
Projetando para robustez: Reconhecer e incentivar a proteção adequada das partes expostas do edifício e da paisagem, a fim de minimizar a frequência de reposição				X						
Facilidade de manutenção: Reconhecer e encorajar a especificação de edifícios e ocupações de fácil manutenção durante seus ciclos de vida			X	X		X	X	X	X	X
Compostos orgânicos voláteis: Para incentivar e reconhecer especificações de acabamentos interiores que minimizem os níveis desses compostos nas edificações				X	X					
Planejamento dos resíduos de construção: Para promover a eficiência dos recursos através da efetiva e adequada gestão de resíduos de construção	X	X		X	X			X	X	X
Agregados reciclados: Para reconhecer e encorajar o uso de agregados reciclados e/ou secundários na construção, reduzindo assim a demanda por materiais virgens	X	X		X		X	X		X	X
Acabamentos de pisos: para encorajar a especificação e adequação de acabamentos de piso pela seleção do ocupante do edifício e assim evitar desperdícios desnecessários de materiais				X	X					
Minimização de poluição de curso d'água: Para reduzir o potencial de poluição de cursos d'água por metais pesados, produtos químicos, óleos e lodo provenientes de coberturas e superfícies pavimentadas (através da especificação de superfícies permeáveis)	X	X	X	X			X	X		X



(Continuação)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>GREEN STAR</b>										
Armazenagem e recolhimento de materiais recicláveis	X	X			X				X	
Reuso de edificações	X	X		X	X	X	X			X
Reuso de materiais	X				X	X	X		X	X
Envoltória e interior ou fornecimento integrado de equipamentos: para reconhecer e incentivar mecanismos da entrega do edifício que eliminam a necessidade de imediata reforma por parte do usuário				X	X					X
Concreto: para encorajar e reconhecer a diminuição de energia embutida e destruição de recursos naturais decorrentes do uso de concreto					X					X
Aço: para incentivar e reconhecer a redução da energia incorporada e o esgotamento de recursos, com a redução do uso de aço virgem					X					X
Minimização do PVC: para incentivar e reconhecer a redução do uso de produtos de policloreto de vinilo (PVC) nas construções australianas					X					
Madeira sustentável: para incentivar e reconhecer a especificação do reuso de produtos de madeira, ou madeiras certificadas com práticas de manejo florestal ambientalmente responsáveis	X	X			X	X			X	
Projeto para desmontagem: para incentivar e reconhecer projetos que minimizem a energia incorporada e recursos associados à demolição		X	X		X	X	X	X		X
Desmaterialização: para incentivar e reconhecer projetos que produzem uma redução líquida no valor total de material utilizado					X	X	X		X	
Materiais perigosos: para incentivar e reconhecer ações tomadas para reduzir os riscos dos ocupantes provenientes de materiais perigosos					X	X				X
Compostos orgânicos voláteis: para incentivar e reconhecer especificações de acabamentos interiores que minimizem os níveis desses compostos nas edificações				X	X					X
Minimização de formaldeído: para incentivar e reconhecer especificações de componentes que minimizem os níveis desses compostos nas edificações					X					
Gestão de resíduos: para reconhecer e incentivar práticas de gestão que minimizem a quantidade de resíduos destinados ao descarte	X	X		X	X			X	X	X

(Continuação)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>CASBEE</b>										
Redução do uso de materiais					X	X	X		X	X
Uso de estruturas existentes	X	X		X		X	X			X
Uso de materiais reciclados como materiais estruturais	X	X		X		X	X		X	X
Uso de materiais reciclados como materiais não estruturais	X	X		X		X	X		X	X
Madeiras de origem sustentável	X	X			X	X			X	
Esforços para aumentar a reutilização dos componentes e materiais	X				X	X	X		X	X
Uso de materiais sem substâncias nocivas (entre eles adesivos, selantes e materiais a prova d'água)					X	X				
Materiais sem CFCs e Halons		X				X	X			X
Durabilidade dos componentes						X			X	
Efeito ilha de calor	X	X				X				X
Escolher os produtos de construção de modo a limitar os impactos à qualidade do ar interior e à saúde humana	X		X			X	X	X	X	X
Escolher os produtos de construção considerando suas consequências ao meio ambiente			X	X		X		X		X
Atenuar a reflexão da luz proveniente da fachada e de materiais externos sobre a vizinhança		X				X				X
Uso de materiais que absorvam o som						X				X
Manutenção fácil e segura; componentes/materiais necessitam de pouca manutenção			X	X		X	X	X	X	X
Adaptabilidade das instalações e componentes da edificação (incluindo instalações elétricas, hidráulicas, telefônicas, etc.)		X	X		X	X	X	X		X
Isolamento acústico provido pelos componentes e materiais da construção			X			X		X	X	X
Uso de materiais e componentes que isolem termicamente a construção	X		X	X		X		X	X	X
Planejamento de decoração: escolha de materiais para melhorar ambientação e reforçar o conceito do edifício (Ex.: materiais naturais e ecológicos em uma edificação com conceito ecológico)						X				



(Continuação)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>SBAT</b>										
Energia embutida: materiais com alta energia embutida (alumínio, plásticos) compõem menos de 1% do peso (massa) da edificação.		X					X			X
Fonte de materiais: porcentagem de materiais e componentes, em volume, originadas de fontes animais e/ou vegetais							X			
Destruição da camada de ozônio: ausência de materiais e componentes que contenham processos em sua fabricação que contribuam para a destruição da camada de ozônio		X				X	X			X
Reciclados/Reusados: porcentagem de materiais e componentes (em peso, massa) reusados e/ou reciclados	X				X	X	X		X	X
Processo construtivo: volume/área alterada do sítio durante a construção menor que 2x o volume/área da nova edificação							X			
Escoamento: porcentagem de estacionamentos, caminhos, estradas e coberturas que possuam superfícies absorventes/permeáveis (gramados, superfícies feitas de vegetais, pavimentos com sulcos amplos, materiais absorventes)	X	X	X	X			X	X		
Materiais: todos os materiais e/ou componentes utilizados não possuem efeitos negativos na qualidade interna do ar	X		X			X	X	X	X	X
Materiais locais: porcentagem de materiais (areia, tijolos, blocos, material de cobertura) fabricados em até uma distância de 50 km	X						X		X	
Componentes locais: porcentagem de componentes (janelas, portas, etc.) produzidos localmente (no país)	X						X		X	
Materiais e componentes: projeto da edificação realizado com dimensões de materiais e/ou componentes que minimizem o desperdício. Paredes (50%), telhados e pisos (50%)					X	X	X		X	X
Manutenção e limpeza: a edificação pode ser limpa e receber manutenção facilmente e com segurança, usando equipamentos simples e produtos locais não perigosos			X	X		X	X	X	X	X
Aquisição: porcentagem do valor de todos os materiais e/ou equipamentos utilizados na edificação, numa base diária, supridos por comerciantes locais (do país)							X			
Edificações existentes: reutilização de edificações existentes	X	X		X		X	X			X



(Continuação)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>SBAT</b>										
Divisões internas: divisões internas não portantes e que podem ser facilmente adaptadas		X	X		X	X	X	X		
Espaço externo: projeto facilita uso flexível do espaço externo		X	X		X	X	X	X		
Projeto modular: construção com estrutura e invólucro modular, e que possibilite adaptação interna	X	X					X			X
Desperdício (resíduos) da construção: percentagem de resíduos produzidos na obra e reciclados no local	X	X					X			X
<b>AQUA</b>										
Adaptar as escolhas construtivas à vida útil da construção			X					X		X
Refletir sobre a adaptabilidade da construção ao longo do tempo e sobre a desmontabilidade/separabilidade de produtos, sistemas e processos construtivos em função da vida útil desejada da construção		X	X		X	X	X	X		X
Escolher produtos, sistemas ou processos cujas características são verificadas			X					X		X
Assegurar facilidade de acesso para a conservação do edifício			X	X		X	X	X	X	X
Escolher componentes de fácil conservação (incluindo instalações de água, iluminação, ar-condicionado e ventilação)			X	X		X	X	X	X	X
Escolher os produtos de construção de forma a limitar a sua contribuição aos impactos ambientais da construção			X	X		X		X		X
Escolher os fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva								X		
Escolher os produtos de construção de modo a limitar os impactos à qualidade do ar interior e à saúde humana	X		X			X	X	X	X	X
Escolher materiais, para a qualidade sanitária da água, conforme à normatização técnica			X					X		
Escolher materiais compatíveis com a natureza da água distribuída			X					X		
Melhorar a aptidão do edifício para limitar desperdícios (materiais que favoreçam melhor conforto térmico)	X		X	X		X		X	X	X
Desempenho acústico dos produtos			X			X		X	X	X
Desempenho "visual" dos produtos			X					X	X	X
Escolhas de produtos com baixas emissões de odores			X					X		



(Conclusão)

Nome da ferramenta	LEED	HK BEAM SOCIETY	HOE	BREEAM	GREEN STAR	CASBEE	SBAT	AQUA	ASUS	SBTOOL
<b>SBTOOL</b>										
Eficiência material dos componentes estruturais e construtivos da envoltória	X	X			X				X	X
Uso de materiais não-renováveis virgens	X									X
Uso de materiais de acabamento	X									X
Facilidade em desmontagem, reuso e reciclagem		X								X
Grau de reutilização de material existente adequado onde for viável		X								X
Energia não-renovável embutida em materiais de construção para manutenção ou reposição		X								X
Energia não-renovável embutida em materiais de construção		X								X
Consumo anual de energia não-renovável usada para demolição ou para processo de desmontagem		X								X
Emissão de gases contribuintes para o efeito estufa advindos da energia contida nos materiais de construção	X	X								X
Emissão de gases contribuintes para o efeito estufa embutidos em materiais de construção para manutenção ou reposição	X	X								X
Resíduos sólidos provenientes do processo de construção e demolição emitidos no ambiente		X								X

Os dados obtidos foram complementados com o estudo das ferramentas de suporte para a seleção de materiais existentes. O Quadro 7 apresenta a lista dos critérios identificados nas ferramentas que foram analisadas.

**Quadro 7: Critérios provenientes das ferramentas de suporte a seleção**

(Continua)

Critério	ATHENA	BEEES	DESIGN INSITE	ECO-IT	ECO-QUANTUM	EM VEST	GABI	MATERIA BRASIL	MATERIAL CONNEXION	MAT WEB	SIMA PRO	STYLE PARK
Ciclo de vida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Fases da vida do material: aquisição da matéria prima, fabricação, transporte, instalação, utilização, reciclagem e gestão de resíduos	X	X		X				X	X		X	X

(Conclusão)

Critério	ATHENA	BEEES	DESIGN INSITE	ECO-IT	ECO-QUANTUM	EM VEST	GABI	MATERIA BRASIL	MATERIAL CONNEXION	MAT WEB	SIMA PRO	STYLE PARK
Gasto de energia	X	X		X			X	X			X	
Efeitos para a saúde humana	X	X			X		X					
Emissão de gases poluentes e destruição da camada de ozônio	X	X			X	X	X	X				
Consumo de combustível fóssil	X	X										
Aquecimento global	X	X			X	X	X	X				
Acidificação	X	X				X						
Eutrofização	X	X				X						
Alteração do habitat		X										
Consumo de água		X		X				X				
Tratamento de resíduos e eliminação	X	X		X			X					
Custos de materiais			X			X	X					
Impactos Sociais					X		X					
Gestão ambiental empregada na fabricação dos materiais	X			X				X				
Disponibilidade no mercado			X									
Propriedades físicas, térmicas, mecânicas, óticas ou elétricas dos materiais			X					X		X	X	X

## 5.2. Restruuturação do instrumento

O resultado da compilação dos critérios das três listas obtidas na primeira etapa, proporcionou o surgimento de uma lista final. Vale destacar que os critérios com abordagens similares foram unificados obtendo-se, desta forma 39 critérios (Quadro 6), considerados passíveis de serem adotados na avaliação de sustentabilidade dos materiais de construção. Estes foram organizados em grupos temáticos que possuem correlações com as abordagens: adequabilidade; desempenho, energia, legalidade, economia de matérias primas, geração e gestão de resíduos e emissões. Essa categorização contribuiu para a organização e compreensão dos dados.

Na próxima etapa foi aplicado um método de recorte relacionando cada critério com abordagens pré-determinadas e identificadas no contexto das Agendas 21. Assim, foram adotadas como referências as informações provenientes das



Agendas 21 no âmbito global (CONFERÊNCIA..., 1995), nacional (AGENDA 21..., 2004), local (PLANO..., 2006; AGENDA..., 2008), além de informações da Agenda 21 *on Sustainable Construction* (INTERNATIONAL, 1999), e da *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries* (AGENDA 21..., 2002).

Cada critério foi sistematicamente analisado, conforme informações relatadas no Quadro 8. Vale destacar que os sete critérios que aparecem destacados na cor cinza, são pertencentes à estrutura inicial do ISMAS. Estes também foram reavaliados de modo a aferir a possibilidade de permanência ou não, diante da maior amplitude proposta para o ajuste atual. Foi constatado que esses deverão permanecer e outros cinco novos critérios possuem potencial para serem adicionados à nova configuração do ISMAS.

Quadro 8: Critérios com potencialidade de serem adicionados ao ISMAS

(Continua)

Categoria	Critérios		Contexto das Agendas 21												Inclusão no ISMAS			
			Relação do critério com a economia de matérias primas			Relação do critério com a geração e gestão de resíduos			Relação do critério com a redução do consumo de energia			Relação do critério com a eliminação ou redução das emissões atmosféricas				Relação do critério com a promoção da economia local e/ou geração de empregos		
			Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta		Não existe	Parcial	Direta
Adequabilidade	1	A mão de obra é viável economicamente	X			X			X			X				X		
	2	A manutenção ocasiona baixo impacto			X		X		X		X		X	X			X	
	3	As características geométricas do material favorecem a modulação		X			X		X		X		X					
	4	Favorece a adaptabilidade para diferentes usos			X		X		X			X			X			
	5	O material é viável economicamente	X			X		X		X		X				X		
	6	Utiliza o mínimo possível de embalagem			X		X		X			X		X				
	7	Utiliza o mínimo possível de água			X		X		X		X		X		X		X	
	8	Disponibilidade no mercado e/ou fornecedores	X			X		X		X		X				X		
	9	Uso de madeira certificada ou de origem sustentável no mínimo possível		X		X		X		X			X	X				
	10	Gestão de superfícies permeáveis	X			X			X			X		X				
Desempenho	11	O material possui adequado desempenho acústico para a situação em que está sendo utilizado	X			X		X		X		X		X				
	12	O material possui adequado desempenho lumínico para a situação em que está sendo utilizado	X			X			X	X			X					
	13	O material possui adequado desempenho térmico para a situação em que está sendo utilizado	X			X			X	X			X					
	14	O material possui adequado desempenho físico e mecânico para a situação em que está sendo utilizado	X				X	X		X		X		X				

(Continuação)

Categoria	Critérios		Contexto das Agendas 21												Inclusão no ISMAS			
			Relação do critério com a economia de matérias primas			Relação do critério com a geração e gestão de resíduos			Relação do critério com a redução do consumo de energia			Relação do critério com a eliminação ou redução das emissões atmosféricas				Relação do critério com a promoção da economia local e/ou geração de empregos		
			Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta		Não existe	Parcial	Direta
Energia	15	A procedência do material está próxima à obra		X				X			X			X			X	X
	16	Os processos de assentamento ou uso efetivo do material favorecem a redução da energia	X			X				X	X			X				
	17	Pode ser utilizado com mínimo processamento	X				X		X		X		X	X				
	18	Utiliza o mínimo possível de energia para a produção			X		X		X		X		X	X				X
Legalidade	19	As organizações investem em equipamentos de segurança	X			X		X		X		X					X	
	20	As organizações pagam o salário mínimo profissional	X			X		X		X		X					X	
	21	As organizações possuem projetos de responsabilidade sócio ambiental		X			X			X			X				X	
	22	Regularidade das empresas junto ao Governo Federal		X			X		X				X				X	X
	23	Contribui positivamente para o marketing sustentável	X			X		X		X		X			X			
	24	Cumprir com as normas técnicas correspondentes ao mesmo		X			X			X			X		X			
	25	O material não está proibido	X			X		X				X		X				
	26	Possui certificação ambiental		X			X			X			X		X			
	27	Leva em conta os impactos sociais na extração e fabricação do material	X			X		X					X		X			
28	Leva em conta a gestão ambiental empregada na fabricação do material		X			X			X			X		X				

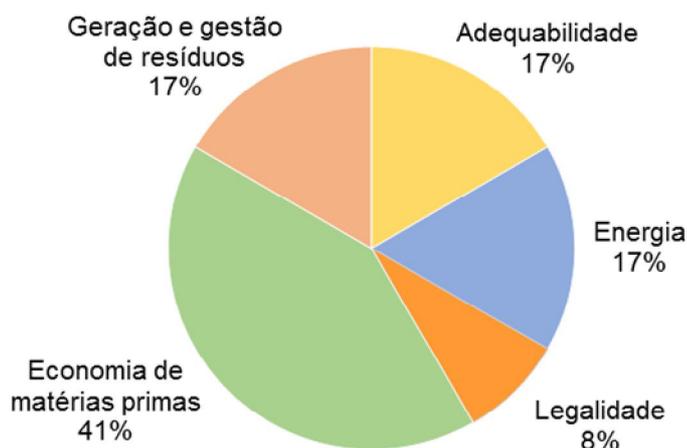
(Conclusão)

Categoria	Critérios		Contexto das Agendas 21												Inclusão no ISMAS			
			Relação do critério com a economia de matérias primas			Relação do critério com a geração e gestão de resíduos			Relação do critério com a redução do consumo de energia			Relação do critério com a eliminação ou redução das emissões atmosféricas				Relação do critério com a promoção da economia local e/ou geração de empregos		
			Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta	Não existe	Parcial	Direta		Não existe	Parcial	Direta
Economia de matérias primas	29	A durabilidade independe de manutenção			X			X			X		X		X		X	
	30	É possível ser reaproveitado, no todo ou em parte			X			X			X		X		X		X	
	31	É renovável			X			X			X		X	X			X	
	32	Dispensa materiais adicionais para acabamento			X			X			X		X	X			X	
	33	Possui elementos reciclados			X			X		X			X			X	X	
Geração e Gestão de resíduos	34	Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento			X			X			X		X			X	X	
	35	Favorece a baixa geração de resíduos			X			X			X		X	X			X	
Emissões	36	Não emite odores	X			X		X				X		X				
	37	Não emite substâncias prejudiciais à saúde	X			X		X				X	X					
	38	Não emite gases poluentes e prejudiciais à camada de ozônio (aquecimento global)	X			X		X				X	X					
	39	Não emite impacto sobre o meio como acidificação e eutrofização	X				X		X			X		X				



Desta forma, a estrutura do ISMAS reformulada passa a ser composta por 12 critérios que estão agrupados nas seguintes categorias: adequabilidade; energia; legalidade; economia de matérias primas; e geração e gestão de resíduos (Gráfico 1).

Gráfico 1: Porcentagem de critérios que compõe a nova estrutura do ISMAS em categorias



Observa-se que chamou a atenção o grupo Economia de matérias primas. Percebe-se que é um fator que pode influenciar positivamente várias questões ambientais, quando as ações atuam na redução de impactos diversos ocasionados pelo uso excessivo sem controle de matérias primas.

Observou-se ainda, que os setes critérios já existentes na estrutura do ISMAS estão em total conformidade com o método de recorte adotado. Como produto final, foram estruturados os critérios complementares aos já existentes no ISMAS, Contudo, observou-se que o critério "A manutenção ocasiona baixo impacto" definido para ser incluído à nova estrutura do ISMAS, possui grande similaridade com o critério "A durabilidade independe de manutenção" pertencente à estrutura original do ISMAS. Devido a isso, estes critérios foram mesclados tornando-se um único. Dessa forma, a nova estrutura do ISMAS será composta por 11 critérios.

Para a definição dos pesos, os critérios foram analisados e pontuados de acordo com os parâmetros conceituais pré-definidos (Tabela 1). Cada critério poderia abranger um parâmetro de forma alta, média ou baixa, sendo que, o critério poderia receber nota máxima para abrangência alta, metade da nota máxima para abrangência média, e um quarto da nota máxima para abrangência baixa.



Tabela 1: Correlação dos critérios e os pontos atribuídos

Critério	Escala de atuação do critério			Abrangência do critério para impulsionar a sustentabilidade			Complexidade para avaliar o critério			Impacto do critério sobre o meio ambiente			Pontos atribuídos
	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alto	Médio	Baixo	
	3	1,5	0,75	4	2	1	1,5	0,75	0,375	1,5	0,75	0,375	
1	É possível ser reaproveitado, no todo ou em parte		X		X				X		X		4,625
2	É renovável	X			X			X		X			9,25
3	Dispensa materiais adicionais para acabamento			X		X			X			X	2,5
4	Possui elementos reciclados	X			X				X		X		8,125
5	A durabilidade independe de manutenção e ocasiona baixo impacto		X			X		X				X	4,625
6	Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento		X			X			X		X		3,625
7	Favorece a baixa geração de resíduos		X			X			X	X			5,375
8	Utiliza o mínimo possível de água no processo de industrialização	X			X				X	X			8,875
9	A procedência do material está próxima da obra	X			X			X		X			9,25
10	Utiliza o mínimo possível de energia para produção	X				X			X	X			6,875
11	Regularidade das empresas junto ao Governo Federal			X		X		X				X	3,875

Fonte: Adaptado de Bissoli-Dalvi (2014)

As notas atribuídas a cada critério foram então identificadas em um dos quatro intervalos da escala previamente elaborada (Quadro 2 apresentado na metodologia) e foi definido o peso de cada critério (Tabela 2). Os sete critérios já existentes na estrutura do ISMAS foram avaliados novamente, conforme os novos parâmetros adotados, sendo assim, e sofreram modificações.



Tabela 2: Pesos atribuídos aos 11 critérios definidos

CRITÉRIO		PESO
1	É possível ser reaproveitado, no todo ou em parte	1
2	É renovável	4
3	Dispensa materiais adicionais para acabamento	0,5
4	Possui elementos reciclados	4
5	A durabilidade independe de manutenção e ocasiona baixo impacto	1
6	Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento	1
7	Favorece a baixa geração de resíduos	2
8	Utiliza o mínimo possível de água	4
9	A procedência do material está próxima da obra	4
10	Utiliza o mínimo possível de energia para assentamento e/ou manutenção	2
11	Regularidade das empresas junto ao Governo Federal	1
<b>TOTAL DE PONTOS</b>		<b>24,5</b>

A reestruturação do instrumento aconteceu por meio da atualização das planilhas em Excel. Nesta etapa notou-se a necessidade do aprimoramento de alguns critérios, no qual se destaca com relevância o critério 10 da ferramenta, que trata de assuntos inerentes à utilização de energia na produção de materiais, que é uma das principais fontes de impactos ambientais no mundo (Quadro 9).

Quadro 9: Estrutura proposta para o ISMAS

(Continua)

Critério	Peso	Nível	Marcas de referência (possíveis respostas)
1- É possível ser reaproveitado e adaptado para diferentes usos	1	-1	O material não pode ser reaproveitado e adaptado a diferentes usos
		0	O material pode ser reaproveitado e adaptado para diferentes usos, contudo requer processamento industrial
		1	É possível ser reaproveitado com mínimo processamento
2- É renovável	4	-1	Os elementos que constituem o material e são de fonte renovável ou abundantes estão presentes em quantidades mínimas
		0	Aproximadamente a metade dos elementos que compõem o material são de fonte renovável ou matérias primas abundantes
		1	Todo o material é de fonte renovável ou constituído por matérias primas abundantes
3- Dispensa materiais adicionais para acabamento	0,5	-1	Não atendimento ao requisito mínimo estabelecido para o nível 0
		0	Necessita de materiais de acabamento superficial, contudo este é considerado apenas um material de proteção
		1	Não necessita de materiais adicionais para acabamento superficial



(Conclusão)

Critério	Peso	Nível	Marcas de referência (possíveis respostas)
4- Possui elementos reciclados	4	-1	Não possui elementos reciclados em sua composição
		0	Possui elementos reciclados em sua composição oriundos do mesmo material
		1	Possui elementos reciclados em sua composição oriundos de outros materiais
5- A durabilidade independe de manutenção e ocasiona baixo impacto	1	-1	Não atendimento ao requisito mínimo estabelecido para o nível 0
		0	Possui vida útil de projeto (VUP) mínima estabelecida pela NBR 15575, e exige manutenções periódicas com o uso de novos materiais
		1	Possui VUP mínima estabelecida pela NBR 15575, e a manutenção ocorre somente com limpeza
6- Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento	1	-1	Não atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos para o nível 0
		0	É possível ser separado dos demais materiais construtivos, contudo podem ocorrer perdas do material, pois utiliza ligantes, colas ou aglomerantes
		1	É possível ser facilmente separado dos demais materiais por usar encaixes mecânicos como amarrações, parafusos, etc.
7- Favorece a baixa geração de resíduos	2	-1	Não atendimento ao requisito mínimo estabelecido para o nível 0
		0	O material favorece mínima geração de resíduos na etapa de construção
		1	Atende aos requisitos do nível 0, incluindo as etapas de uso/operação e desmonte
8- Utiliza o mínimo possível de água	4	-1	Utiliza água no processo de industrialização e não é possível de ser reaproveitada
		0	Utiliza água no processo de industrialização, porém a mesma pode ser reaproveitada
		1	Não utiliza água no processo de industrialização
9- A procedência do material está próxima à obra	4	-1	Utiliza materiais produzidos a uma distância maior que 550 km do local de uso do material
		0	Utiliza materiais produzidos a uma distância entre 300 e 550 km do local de uso do material
		1	Utiliza materiais produzidos a uma distância de no máximo a 300 km do local de uso do material
10- Utiliza o mínimo possível de energia para a produção	2	-1	Possuir energia embutida maior do que 30 Mj/Kg
		0	Possuir energia embutida entre 3 e 30 Mj/Kg
		1	Possuir energia embutida menor do que 3 Mj/Kg
11- Regularidade das empresas junto ao Governo Federal	1	-1	Empresa não possui CNPJ
		0	A empresa possui CNPJ e possui débito relativos a tributos federais e à dívida ativa da União
		1	A empresa possui CNPJ e não possui débito relativo a tributos federais e à dívida ativa da União



### 5.3. Realização de testes

Na etapa 3, com o intuito de verificar a usabilidade do instrumento, ocorreram testes iniciais com pesquisadores do LPP/Ufes, considerado teste piloto. Este foi tido como uma base referencial para os próximos testes que envolveram arquitetos e estudantes universitários, graduandos em arquitetura e urbanismo.

#### 5.3.1. Resultados do teste piloto

O teste piloto identificou dificuldades no entendimento de alguns critérios e suas respectivas marcas de referências, havendo assim a necessidade de uma revisão dos títulos e uma melhor explicação dos critérios e de suas possíveis respostas. A maior contribuição deste teste centrou-se no fato de ter sido identificada a necessidade de desmembrar o critério 5 (A durabilidade independe da manutenção e ocasiona baixo impacto) em dois novos critérios distintos.

Para a definição dos novos critérios, os mesmos foram analisados e pontuados de acordo com os parâmetros conceituais adotados na Tabela 3. Da mesma forma que os critérios anteriores, cada novo critério poderia abranger um parâmetro de forma alta, média ou baixa.

**Tabela 3: Parâmetros para definição dos pontos dos novos critérios 5 e 6**

Critério	Escala de atuação do critério			Abrangência do critério para impulsionar a sustentabilidade			Complexidade para avaliar o critério			Impacto do critério sobre o meio ambiente			Pontos atribuídos
	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alto	Médio	Baixo	
	3	1,5	0,75	4	2	1	1,5	0,75	0,375	1,5	0,75	0,375	
5		X			X		X			X			6,5
6		X			X				X			X	4,25

Assim, as notas atribuídas a cada critério foram então identificadas em um dos quatro intervalos da escala do Quadro 2 e foi definido o peso de cada novo critério (Tabela 4). Sendo que agora, o somatório dos pesos de todos os 12 critérios passou a ser 26,5.



Tabela 4: Pesos atribuídos aos novos critérios 5 e 6 do ISMAS

CRITÉRIO		PESO
5	O material tem durabilidade reconhecida no mercado	2
6	O material necessita de manutenção	1

Dessa forma, a estrutura final do ISMAS está reajustada em 12 critérios, conforme é apresentado no Quadro 10.

Quadro 10: Estrutura final do ISMAS após os refinamentos e reajustes

(Continua)

Critério	Peso	Nível	Marcas de referência (possíveis respostas)
1- É possível ao material ser reaproveitado e adaptado para diferentes usos	1	-1	O material não pode ser reaproveitado e adaptado a diferentes usos
		0	O material pode ser reaproveitado e adaptado para diferentes usos, contudo requer processamento industrial
		1	É possível ser reaproveitado com mínimo processamento
2- O material é renovável	4	-1	Os elementos que constituem o material e são de fonte renovável ou abundantes estão presentes em quantidades mínimas
		0	Aproximadamente a metade dos elementos que compõem o material são de fonte renovável ou matérias primas abundantes
		1	Todo o material é de fonte renovável ou constituído por matérias primas abundantes
3- O material dispensa materiais adicionais para o acabamento	0,5	-1	Necessita de materiais de acabamento superficial, que não se configura como um material apenas de proteção
		0	Necessita de materiais de acabamento superficial, contudo este é considerado apenas um material de proteção
		1	Não necessita de materiais adicionais para acabamento superficial
4- O material possui elementos reciclados	4	-1	Não possui elementos reciclados em sua composição
		0	Possui elementos reciclados em sua composição oriundos do mesmo material
		1	Possui elementos reciclados em sua composição oriundos de outros materiais, ou agrega elementos que, de outra forma, são prejudiciais à natureza
5- O material tem durabilidade reconhecida no mercado	2	-1	A durabilidade do material é reconhecida como inferior, se comparada a materiais similares
		0	A durabilidade do material é reconhecida como equivalente, se comparada a materiais similares
		1	A durabilidade do material é reconhecida como superior, se comparada a materiais similares



(Continua)

Critério	Peso	Nível	Marcas de referência (possíveis respostas)
6- O material necessita de manutenção	1	-1	O material precisa de uma manutenção corretiva, ou seja, reparar ou substituir as partes danificadas
		0	Necessita de manutenção preventiva, como limpeza e higienização
		1	Não requer nenhum tipo de manutenção
7- O material favorece a desmontagem visando o reaproveitamento	1	-1	Não é possível ser separado dos demais materiais construtivos
		0	É possível ser separado dos demais materiais construtivos, contudo podem ocorrer perdas do material, pois utiliza ligantes, colas ou aglomerantes
		1	É possível ser facilmente separado dos demais materiais por usar encaixes mecânicos como amarrações, parafusos, etc.
8- O material favorece a baixa geração de resíduos	2	-1	O material favorece uma maior geração de resíduos na etapa de construção
		0	O material favorece mínima geração de resíduos na etapa de construção
		1	O material favorece a mínima geração de resíduos na etapa de construção, incluindo as etapas de uso/operação e desmonte
9- O material utiliza o mínimo possível de água	4	-1	Utiliza água no processo de industrialização, e quando houver excedente, não é passível de ser reaproveitada
		0	Utiliza água no processo de industrialização, e quando houver excedente, pode ser reaproveitada
		1	Não utiliza água no processo de industrialização ou quando utiliza não há desperdício
10- O local de produção do material encontra-se próximo à obra	4	-1	O material é produzido a uma distância maior que 500 km do local de uso do mesmo
		0	O material é produzido a uma distância entre 300 e 500 km do local de uso do mesmo
		1	O material é produzido a uma distância de, no máximo, 300 km do local de uso do mesmo
11- O material consome o mínimo possível de energia embutida em sua produção	2	-1	Possui energia embutida maior do que 30 Mj/Kg
		0	Possui energia embutida entre 3 MJ/Kg e 30 Mj/Kg
		1	Possui energia embutida menor do que 3 Mj/Kg
12- Regularidade das empresas junto ao Governo Federal	1	-1	A empresa não possui CNPJ
		0	A empresa possui CNPJ e possui débito relativos a tributos federais e à dívida ativa da União
		1	A empresa possui CNPJ e não possui débito relativo a tributos federais e à dívida ativa da União



### 5.3.2. Resultados do teste acadêmico e com profissionais

O teste possibilitou checar a exequibilidade da ferramenta. Foi possível contribuir com ajustes em termos e conceitos de forma a melhorar a compreensão dos critérios no contexto de abordagem.

Por meio dos testes foi identificada a necessidade de inserir um item nos campos de respostas de cada critério com a opção “Não sei”. Quando este for assinalado como resposta, este critério não será considerado no cálculo final.

Também foi feita uma consideração sobre o uso da ferramenta, destacando que pode funcionar como *checklist* de apoio a decisão projetual ou também como suporte conceitual para projetos que objetivam certificações com base na sustentabilidade.

Após o teste, algumas informações foram retiradas da estrutura de apresentação, estando, por fim, o link disponibilizado no site do Laboratório de Planejamento e Projetos (LPP/Ufes).



6

**Apresentação do**  
**ISMAS**

## 6. APRESENTAÇÃO DO ISMAS

As ferramentas em formato digital possuem potencialidades ao uso, pela forma dinâmica e possibilidade de interação rápida junto ao projeto (CHARLES, CRANE, FURNESS, 1997; RAMALHETE; SENOS; AGUIAR, 2010). Considerando essa avaliação, foi aprimorado o sistema para *web* específico para suporte ao ISMAS, garantindo as diretrizes conceituais: ser amigável, fácil e simples de operar, e intuitivo, para que seja utilizado com mínimas instruções.

Para a etapa de teste no formato *on line*, foi necessário inserir algumas informações na página inicial, caracterizando minimamente o respondente e destacando o objetivo principal do instrumento (Figura 2).

Figura 2: ISMAS – Página 1: apresentação

O ISMAS objetiva auxiliar o projetista na especificação de materiais de construção com base na sustentabilidade, de forma simplificada. Os critérios de avaliação foram estabelecidos a partir do diagnóstico da realidade do Espírito Santo, considerando, também, a disponibilidade das informações e a praticidade de uso pelo projetista. O conteúdo aborda os temas: economia de matérias primas; geração e gestão de recursos e resíduos; e conformidade com a legislação brasileira, sendo seu aprimoramento financiado pelo CNPq.

Cadastro pessoal

NOME:

E-MAIL:

\*FORMAÇÃO:

\*TEMPO DE FORMAÇÃO:

Material a ser avaliado

\*NOME DO MATERIAL:

\*LOCAL DE USO:

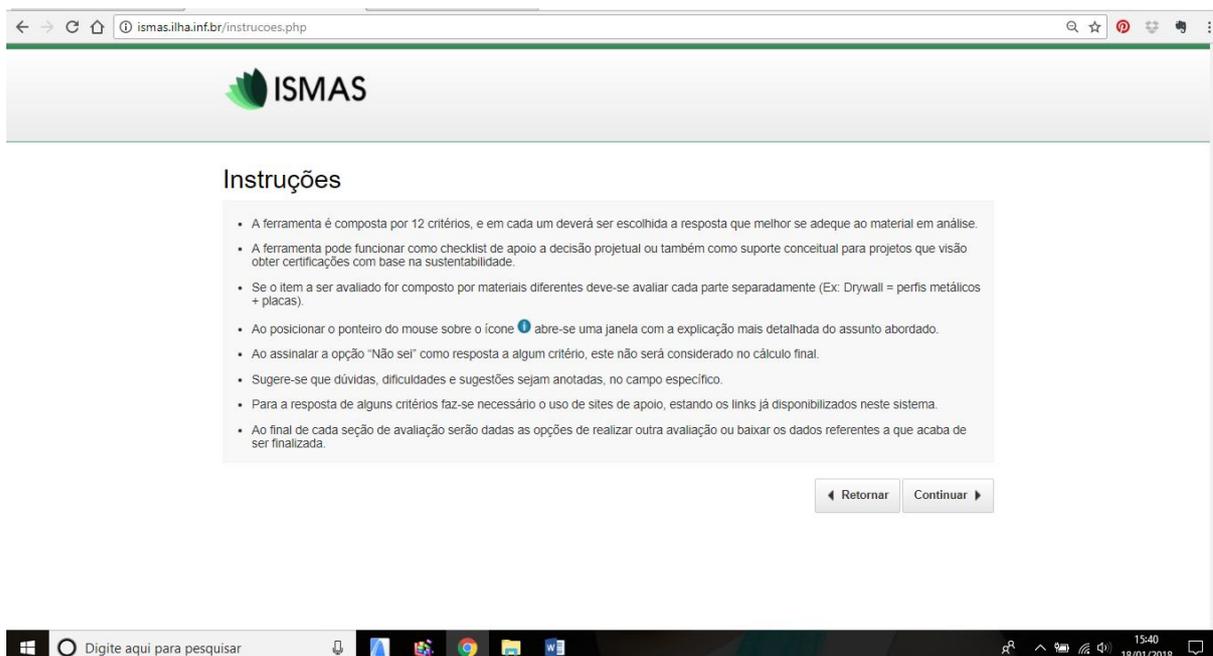
É obrigatório o preenchimento dos campos com \* (asterisco vermelho).

Continuar ▶

Dúvidas ou sugestões: [lpp.ufes@gmail.com](mailto:lpp.ufes@gmail.com)

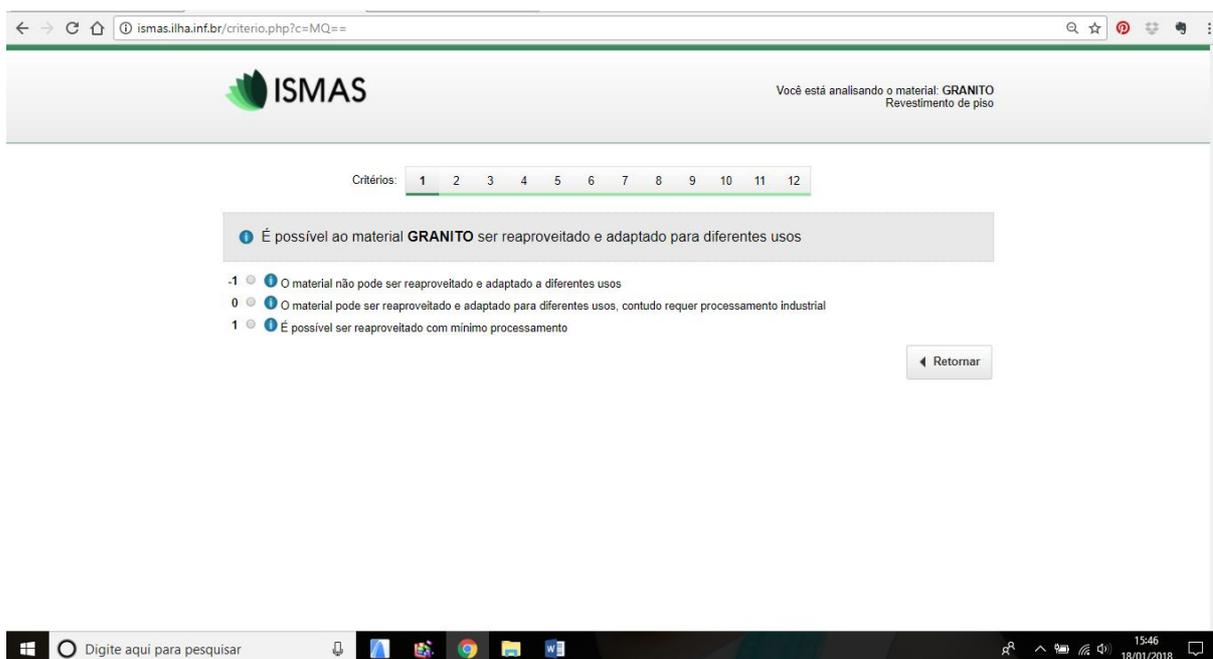
A página 2 apresenta instruções básicas para o uso do ISMAS, destacando informações que conduzem à interpretação de que é um instrumento de uso rápido e simples, para que possa despertar o interesse para o uso efetivo. Informa sobre a quantidade de critérios, a forma de selecionar as opções escolhidas entre outros aspectos (Figura 3).

Figura 3: ISMAS – Página 2: instruções



Da página 3 à 14 estão os doze critérios. A Figura 4 exemplifica o critério 1, simulando o teste com o granito usado em revestimento de piso. Os esclarecimentos e as definições de conceitos são visualizados ao aproximar o mouse do ícone de informações, onde uma janela se abre com a explicação textual. Para evitar respostas em branco, o usuário só avança para a página seguinte ao selecionar uma das marcas.

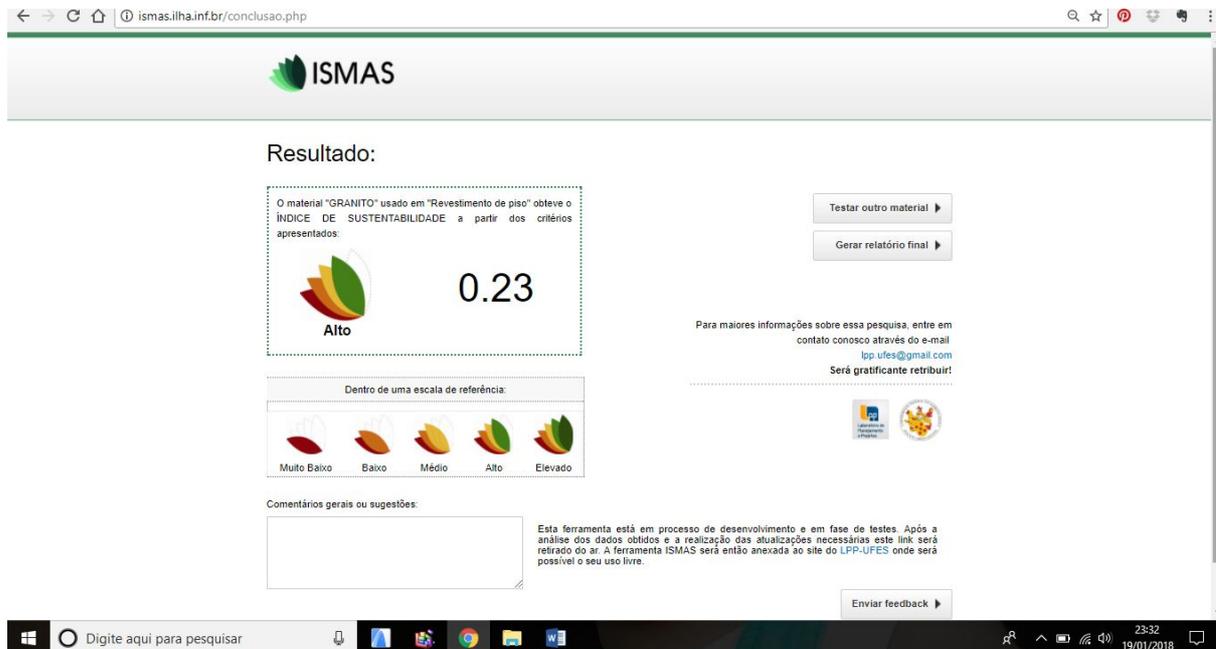
Figura 4: ISMAS – Página 3: critério 1





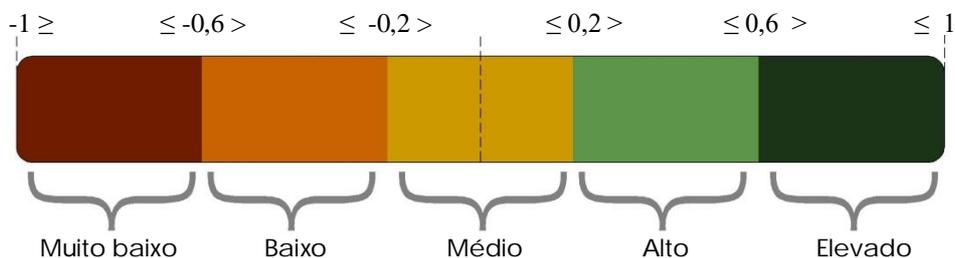
A Figura 5 exemplifica a apresentação do resultado do teste. O resultado numérico é acompanhado pela identidade visual do índice de sustentabilidade atingido pelo material analisado. Caso o usuário queira testar outro material, poderá retornar acessando a tecla que direciona à página inicial ou gerar o relatório final.

Figura 5: ISMAS – Página 15: resultado do teste



Para representar o resultado final, ou seja, o índice de sustentabilidade atingido pelo material foi definido a escala de qualificação para o ISMAS (Figura 6 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), com variações que percorrem os valores de -1 a 1, e também associados a uma escala de cores representativas.

Figura 6: Possíveis resultados do índice de sustentabilidade propostos pelo ISMAS

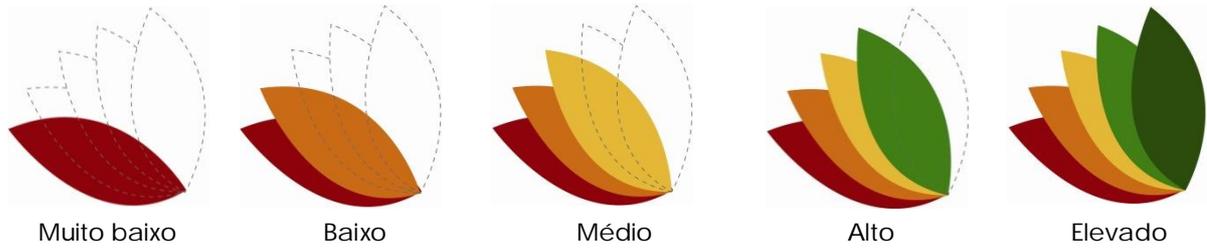


Fonte: BISSOLI-DALVI, 2014, p. 131

A representação gráfica do ISMAS permite a rápida apreensão do resultado, bem como o estabelecimento de uma identidade visual (Figura 7), associada também a uma escala de cores, para que desta maneira, os resultados sejam expressos de forma mais facilmente compreensível.



**Figura 7: Representação visual do índice de sustentabilidade pelo ISMAS**



Fonte: BISSOLI-DALVI, 2014, p. 132

Vale destacar ainda que, para o uso efetivo, o projetista deve considerar os materiais conforme tradicionalmente são especificados, e que atendam minimamente às normas técnicas e recomendações de produção, instalação, uso



**Produções da  
Pesquisa**



## 7. PRODUÇÕES DA PESQUISA

Com o objetivo cumprido, foi possível:

- Fornecer conhecimento acerca das principais ferramentas e metodologias com base sustentável, que contribuem para a seleção de materiais;
- Aperfeiçoar o instrumento, com auxílio de testes; e
- Disponibilizar uma ferramenta que também pode ser considerada orientativa para a seleção de materiais com aporte sustentável.

A Tabela 5 apresenta os principais produtos obtidos como resultado da pesquisa.

**Tabela 5: Resultados obtidos**

ESPECIFICAÇÃO	PRODUTO
Indicadores de sustentabilidade para a seleção de materiais	1 relatório
Avaliação da sustentabilidade de materiais	1 relatório originado dos testes
Instrumento para a seleção de materiais	1 Sistema para Web reformatado
Acesso ao ISMAS disponibilizado gratuitamente e hospedado no site do LPP/UFES	1 link
Artigos publicados em eventos internacionais	4 artigos
Artigos publicados ou aprovados em revista científica	3 artigos
Artigo submetido em revista científica (em avaliação)	1 artigo
Orientação de alunos de graduação voluntários na pesquisa	4 alunos

O Quadro 11 apresenta os artigos produzidos durante a pesquisa.

**Quadro 11: Artigos produzidos**

(Continua)

ARTIGOS	EVENTO OU REVISTA	DATA	LOCAL	IDENTIFICAÇÃO DO ANEXO	
1	A identidade visual nas ferramentas de avaliação de sustentabilidade: ênfase ao ISMAS	Artigo publicado nos anais do evento Euro Elecs	2015	Guimarães - Portugal	Anexo 1
2	The sustainability of the materials under the approach of ISMAS	Artigo publicado na revista	2016	Revista <i>Construction and Building Materials</i>	Anexo 2
3	Proposta de aprimoramento da ferramenta ISMAS. Estudo de caso: madeira plástica	Artigo publicado nos anais do evento SBE Series	2016	Vitória - ES	Anexo 3
4	A sustentabilidade dos materiais: estudo em edificações dos séculos XVI e XXI	Artigo publicado nos anais do evento Euro Elecs	2017	São Leopoldo - RS	Anexo 4



(Conclusão)

ARTIGOS		EVENTO OU REVISTA	DATA	LOCAL	IDENTIFICAÇÃO DO ANEXO
5	Avaliação comparativa do índice de sustentabilidade da cerâmica e das rochas ornamentais através da ferramenta ISMAS	Artigo publicado nos anais do evento Euro Elecs	2017	São Leopoldo - RS	Anexo 5
6	A sustentabilidade da madeira avaliada através da ferramenta ISMAS	Artigo publicado	2017	Revista Floram	Anexo 6
7	Critérios para seleção de materiais mais sustentáveis: aprimoramento da ferramenta ISMAS	Artigo aprovado para publicação	2017	Revista Arquitextos	Anexo 7
8	Revisão além das métricas: a relação entre materiais de construção e sustentabilidade	Artigo submetido revista	2017	Revista Gestão & tecnologia projetos (em avaliação)	Anexo 8



# Referências

## REFERÊNCIAS

---

- ABEYSUNDARA, U. G. Y.; BABEL, S. GHEEWALA, S. A matrix in life cycle perspective for selecting sustainable materials for buildings in Sri Lanka. **Building and environment**, v. 44, n. 5, p. 997-1004, mai. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132308001741>>. Acesso em: 17 maio. 2012.
- AGENDA 21 brasileira: ações prioritárias / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.
- AGENDA 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document. Pretoria. South Africa: CIB & UNEP-IETC. 2002.
- AGENDA Vitória: plano estratégico até 2028. Vitória, 2008. Disponível em: <[http://www.vitoria.es.gov.br/seges.php?pagina=agenda\\_vitoria\\_oquee](http://www.vitoria.es.gov.br/seges.php?pagina=agenda_vitoria_oquee)>. Acesso em: 21 set. 2012.
- ALVAREZ, C. E. de; SOUZA, A. D. S. (Coord.). **ASUS: Avaliação de Sustentabilidade**. 2011. Disponível em: <<http://asus.lpp.ufes.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2017.
- ATHENA Sustainable Materials Institute. Disponível em: <[www.athenasmi.org/](http://www.athenasmi.org/)>. Acesso em: 03 abr. 2017.
- BISSOLI-DALVI, M. ISMAS: **A sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais**. 2014. 194 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño. Universidad del Bio-Bio, Concepción, 2014
- BREEAM: BRE Environmental & Sustainability Standard. [S.l.]: BRE Global, 2009.
- CHARLES, J.; CRANE, F.; FURNESS, J. **Selection and use of engineering materials**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: de acordo com a Resolução nº 44/228 da Assembleia Geral da ONU, de 22-12-89, estabelece uma abordagem equilibrada e integrada das questões relativas a meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.
- COUNCIL for scientific and industrial research in South Africa. Sustainable building assessment tool. Disponível em: <<https://www.csir.co.za/>>. Acesso em: 24 mar. 2017.
- DESIGN Insite: The designer's guide to manufacturing. 1996. Disponível em: <<http://www.designinsite.dk>>. Acesso em: 25 abr. 2017.
- ECO-IT. Disponível em: <<http://www.pre-sustainability.com/eco-it>>. Acesso em: 05 abr. 2017.
- ECO-QUANTUM life cycle and greenhouse gas assessment. Disponível em: <<http://ecoquantum.com.au/index.html>>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- ENVIRONMENTAL impact assessment and whole life cost. Disponível em: <<http://investv2.bre.co.uk/account.jsp>>. Acesso em: 17 abr. 2017.
- FAGUNDES, C. M. N. **Contribuições para uma arquitetura mais sustentável**. 2009. 253f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana). Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.
- FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI. **Referencial técnico de certificação Edifícios do setor de serviços - Processo AQUA**: Escritórios e Edifícios escolares. São Paulo: FCAV, 2007. Acesso em: 30 mar. 2017.
- GABI Software: A product sustainability performance solution by PE International. Disponível em: <<http://www.gabi-software.com/brazil/index/>>. Acesso em: 19 abr. 2017.
- GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA. 2008. **Technical manual**: green star office design & office as built. version 3. Sydney: Green building Council of Australia, 2008.



- GUIDE pratique du referentiel pour la Qualité Environnementale des Bâtiments. Paris: Certivéa, 2011. Disponível em: <[http://www.afilog.org/files/Referentiel\\_Generique\\_20-01-2012.pdf](http://www.afilog.org/files/Referentiel_Generique_20-01-2012.pdf)>. Acesso em: 30 mar.
- HK-BEAM SOCIETY. **Hong Kong building environmental assessment method**. Hong Kong: HK-BEAM Society, 2004. Disponível em: [http://www.hk-beam.org.hk/fileLibrary/\\_4-04%20New%20Buildings%20\(Full%20Version\).pdf](http://www.hk-beam.org.hk/fileLibrary/_4-04%20New%20Buildings%20(Full%20Version).pdf). Acesso em: 27 mar. 2017.
- HORVATH, A. Construction materials and the environment. **Annual review of environment and resources**. v. 29, p. 181-204, nov. 2004. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.energy.29.062403.102215>>. Acesso em: 26 maio 2012.
- HUANG, H.; ZHANG, L.; LIU, Z.; SUTHERLAND, J. W. Multi-criteria decision making and uncertainty analysis for materials selection in environmentally conscious design. **The international journal of advanced manufacturing technology**, n. 52, p. 421-432, 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s00170-010-2745-9#page-1>>. Acesso em: 07 maio 2012.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (Ed.). Agenda 21 on Sustainable Construction. CIB Report Publication 237. Rotterdam: CIB, 1999.
- INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILDING ENVIRONMENT – IISBE. 2007. Disponível em: <<http://www.iisbe.org/>>. Acesso em: 04 abr. 2017.
- ISOLDI, R. A., **Tradição, inovação e sustentabilidade**: Desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção. 2007. 215f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- JAPAN GREENBUILD COUNCIL; JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM. The assessment method employed by CASBEE. Disponível em: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/methodE.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2017.
- JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. de. **Levantamento do estado da arte**: Seleção de materiais. Documento 2.4. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo: FINEP, 2007.
- KOTAJI, S.; SCHUURMANS, A.; EDWARDS, S. Life-Cycle assessment in building and construction. Pensacola: SETACPRESS, 2003.
- LEED 2009 FOR NEW CONSTRUCTION AND MAJOR RENOVATION. Washington: U.S. Green Building Council, 2009.
- LIPPIATT, B.; GREIG, A. L.; LAVAPPA, P. **BEES Online**. 2009. Disponível em: <<http://www.nist.gov/el/economics/BEESSoftware.cfm/>>. Acesso em 05 mai. 2017.
- MARQUES, F. M. **A importância da seleção de materiais de construção para a sustentabilidade ambiental do edifício**. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- MARTINEZ, L. D.; AMORIM, S. R. L. de. Inserção de aspectos sustentáveis no projeto de arquitetura unifamiliar e capacitação de profissionais de arquitetura em Niterói. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO: ENERGIA, INOVAÇÃO, TECNOLOGIA E COMPLEXIDADE PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL, 6., 2010, Niterói. **Anais ...** Niterói, 2010, p. 1-23.
- MATERIA BRASIL. 2013. Disponível em: <<http://materiabrazil.com/explore>>. Acesso em 11 abr. 2017.
- MATERIAL Connexion. 1997. Disponível em: <<https://www.materialconnexion.com/newyork/>>. Acesso em: 12 abr. 2017.
- MATEUS, R.; BRAGANÇA, R. Avaliação da sustentabilidade da construção: desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas. In: CONGRESSO SOBRE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., 2004, Porto. **Anais...** Porto, 2004, p. 28 - 37.

\_\_\_\_\_. **Sustainability assessment and rating of buildings**: Developing the methodology SBToolPT-H. *Building and Environment*, v. 46, n. 10, p. 1962-1971, out. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132311001259>>. Acesso em: 01 maio 2012.

MATWEB: The Online Materials Information Resource. Disponível em: <<http://www.matweb.com/index.aspx>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

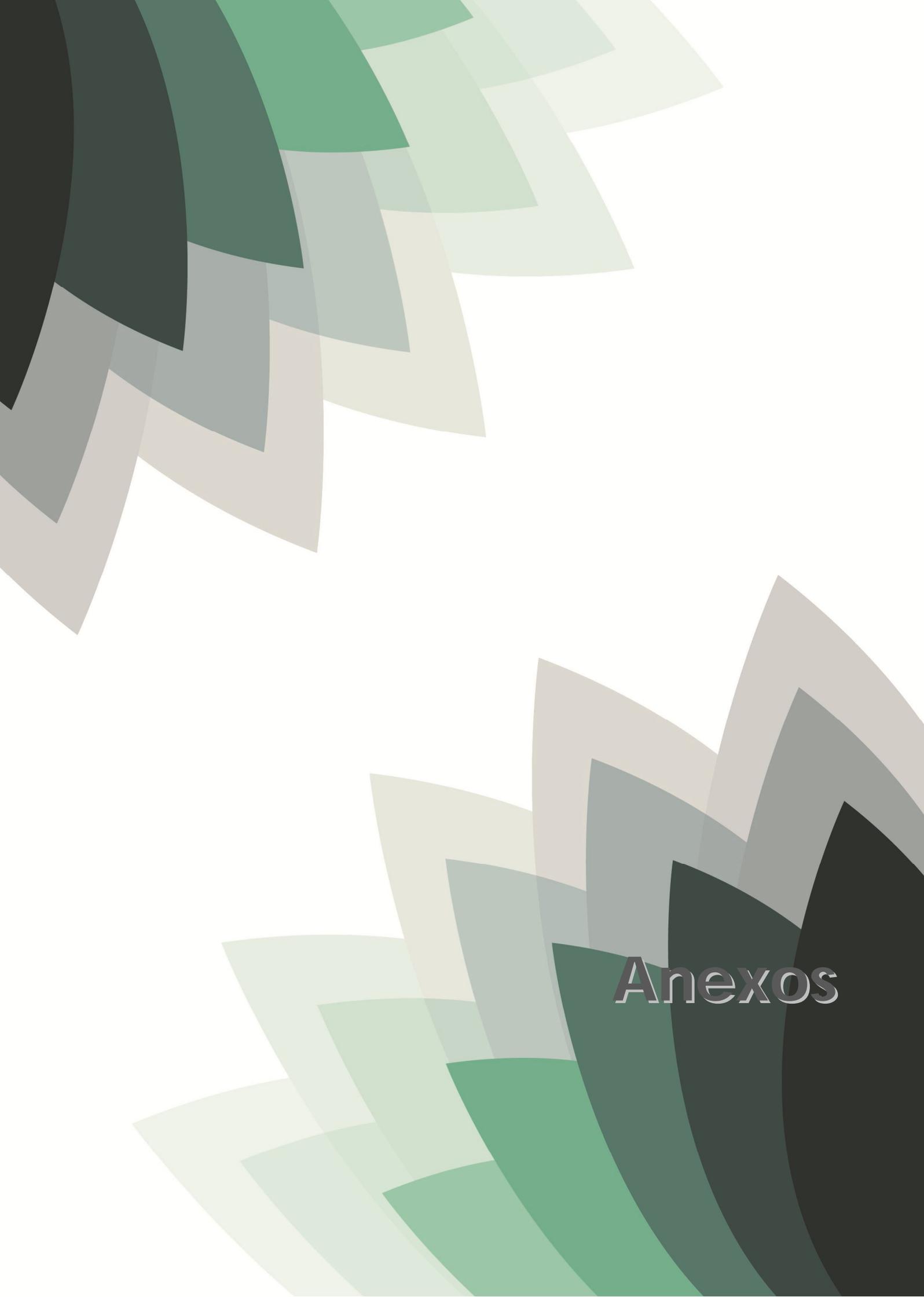
OLIVEIRA, C. N. de. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. 2009. 197f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PLANO de desenvolvimento Espírito Santo 2025: carteira de projetos estruturantes - Espírito Santo: Macroplan, 2006. v.8.

RAMALHETE, P. S.; SENOS, A. M. R.; AGUIAR, C. Digital tools for material selection in product design. *Materials and Design*, v. 31, n. 5, p. 2275-2287, maio 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306909007031>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

SIMAPRO. Disponível em: <<http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

STYLEPARK. 2007. Disponível em: <<http://www.stylepark.com/es/material>>. Acesso em: 28 mar. 2017



Anexos

# ANEXO 1

Artigo publicado nos anais do evento Euro Elecs 2015



Connecting People and Ideas . Proceedings of EURO ELECS 2015 . Guimarães . Portugal . ISBN 978-989-96543-3-9

## A identidade visual nas ferramentas de avaliação de sustentabilidade: ênfase ao ISMAS

Gleica Guzzo Bortolini.

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Desenho Industrial, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[gleicaguzzo@hotmail.com](mailto:gleicaguzzo@hotmail.com)

Márcia Bissoli-Dalvi.

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[marciabissoli@gmail.com](mailto:marciabissoli@gmail.com)

Cristina Engel de Alvarez.

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Vitória, Espírito Santo, Brasil  
[cristinaengel@ua.ufes.br](mailto:cristinaengel@ua.ufes.br)

**ABSTRACT:** The visual identity (ID) is used to transmit an idea or message through a set of elements which allows the user to identify, memorize and understand the existence of standards. The aim of this research was to analyze the premises of sustainability in visual identities of assessment tools and materials selection tools, with emphasis on the Instrument for Selection of the Most Sustainable Materials – ISMAS. As a results, aspect similarities were identified, such as shape, symbol and colors, which induces the statement that sustainability brings with it a concept of own visual identity and, although it aims to achieve other aspects, its signs and symbols are intrinsically bound to the relative message to environmental aspects. Despite sustainability must be spoken on various aspects, it was possible to identify in the evaluated ID the predominance of graphics that refer to natural elements.

**Keywords:** Visual identity, sustainability, ISMAS

**RESUMO:** A identidade visual (ID) é utilizada para transmitir uma ideia ou mensagem através de um conjunto de elementos que permite ao usuário identificar, memorizar e compreender a existência de padrões. A pesquisa objetivou analisar nas identidades visuais das ferramentas de avaliação de sustentabilidade de edificações e das ferramentas para seleção de materiais, as premissas da sustentabilidade, com ênfase ao Instrumento para Seleção de Materiais mais Sustentáveis - ISMAS. Como resultados foram identificadas semelhanças em aspectos como forma, símbolo e cores, o que induz à afirmação de que a sustentabilidade traz consigo um conceito de identidade visual próprio e, embora busque atingir outros aspectos, seus signos e símbolos estão intrinsecamente vinculados à mensagem relativa aos aspectos ambientais. Embora a sustentabilidade deve ser abordada em vários aspectos, foi possível identificar nas ID avaliadas a predominância de grafismos que remetem a elementos naturais.

**Palavras-chave:** Identidade visual, sustentabilidade, ISMAS



# ANEXO 2

Artigo publicado na revista Construction and Building Materials 2016



Contents lists available at ScienceDirect

# Construction and Building Materials

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/conbuildmat](http://www.elsevier.com/locate/conbuildmat)



## Review

### The sustainability of the materials under the approach of ISMAS



Márcia Bissoli-Dalvi<sup>a</sup>, Edna Aparecida Nico-Rodrigues<sup>a</sup>, Cristina Engel de Alvarez<sup>a</sup>, Gerardo Erich Saelzer Fuica<sup>b</sup>, Dielly Christine Guedes Montarroyos<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Laboratório de Planejamento e Projetos, Av. Fernando Ferrari, 514, Room 7, Goiabeiras, Vitória, Espírito Santo 29075-910, Brazil

<sup>b</sup> Universidad del Bío-Bío, Av. Goloso 1202, Casilla 5-C, 4051381, Chile

<sup>c</sup> Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Av. Fernando Ferrari, 514, CT- VI, room 204, Goiabeiras, Vitória, Espírito Santo 29075-910, Brazil

#### HIGHLIGHTS

- An analysis was made of the sustainability index of window materials in Vitória.
- The goal was to define the sustainability index of materials used in windows.
- The method involved the use of a field survey and the ISMAS tool.
- Materials with different properties could have the same sustainability index.
- The issue of sustainability needs to be included in the design process.

#### ARTICLE INFO

**Article history:**  
Received 2 February 2015  
Received in revised form 22 October 2015  
Accepted 5 December 2015

**Keywords:**  
Assessment instruments  
Window  
Construction materials  
Materials selection  
Sustainability

#### ABSTRACT

The materials used in construction, such as those used in windows, currently require different procedures when making a choice that go beyond the aspect of functionality and take into account the need for efficient use guided the prerogatives of sustainability. Among other requirements, design specification guidelines, in this regard, indicate material selection based on criteria related to the consumption of raw materials, waste generation and its management. The purpose of this research was to define the sustainability index of the materials used or with a potential for use in windows in multifamily residential buildings located in Vitória, Espírito Santo, Brazil, using ISMAS – Instrument for the Selection of More Sustainable Materials – as a tool. The study consisted of two steps, one in the field and the other in analyzing the sustainability index of the materials. Among the 23 types of identified windows, it was found that the most commonly used materials are aluminum, wood, PVC, and glass. The results demonstrate that materials with different compositions and properties can achieve the same sustainability index when assessed using the ISMAS approach, giving the designer different options when making a selection. The research also showed that the functional, aesthetic, and economic criteria traditionally adopted by architects and designers are not sufficient to improve a building's performance when the issue of sustainability is introduced into the process.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

#### Contents

1. Introduction .....	358
2. Construction materials and sustainability .....	358
3. Method .....	359
4. Results .....	360
5. Conclusion .....	362
Acknowledgements .....	362
References .....	363

\* Corresponding author.  
E-mail addresses: [m.bissolidalvi@gmail.com](mailto:m.bissolidalvi@gmail.com) (M. Bissoli-Dalvi), [edna.rodrigues@ufes.br](mailto:edna.rodrigues@ufes.br) (E.A. Nico-Rodrigues), [cristina.engel@ufes.br](mailto:cristina.engel@ufes.br) (C.E.d. Alvarez), [gsaelzer@ubiobio.cl](mailto:gsaelzer@ubiobio.cl) (G.E. Saelzer Fuica), [diellyguedes@live.com](mailto:diellyguedes@live.com) (D.C.G. Montarroyos).



# ANEXO 3

Artigo publicado nos anais do evento SBE Series 2016



## Proposition of Upgrading of the ISMAS Tool Case of Study: Plastic Lumber

**Márcia Bissoli-Dalvi**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
[marciabissoli@gmail.com](mailto:marciabissoli@gmail.com)

**Caroline Proscholdt Zamboni**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
[carolinezamboni@hotmail.com](mailto:carolinezamboni@hotmail.com)

**Carolina Castilho Vizeu**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
[carolina.vizeu@gmail.com](mailto:carolina.vizeu@gmail.com)

**Mirna Elias Gobbi**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
[mirna.gobbi@gmail.com](mailto:mirna.gobbi@gmail.com)

**Cristina Engel de Alvarez**

*Federal University of Espírito Santo, Planning and Project Laboratory, Vitória (ES), Brazil*  
[cristina.engel@ufes.br](mailto:cristina.engel@ufes.br)

**ABSTRACT:** Currently, it is increasingly essential to professionals related to building the search for knowledge on the aspects of sustainability, in particular the knowledge inherent to the materials. In this sense, the use of instruments that help in choosing basing materials in this context emerged as a facilitating tool in the projetual process. Thus, this research aimed to use one selection material tool, ISMAS - Tool for Selection of more Sustainable Materials, which is in improvement phase, to analyze the sustainability of plastic lumber or thermoplastic composite. Stands out that this same material has already been tested in the before step of the tool improvement, it was possible to assess its performance in relation to the criteria adopted initially. The methodology was based on literature review, and it was used as the main references the assessment tool and softwares of materials selection guided by sustainable parameters. The next stage is characterized by the use of instrument ISMAS for testing. As a result, performance of the plastic lumber obtained was 0.94 degree in a range that varies from -1 to 1, provided in the tool. The test can also detect that plastic lumber has characteristics that make it a promising material when evaluated on the aspect of sustainability and the criteria entered into the instrument allowed a greater conceptual range, emphasizing the maintenance of the main feature of the tool, which is to be simple and practical use.

**Keywords:** assessment tools, ISMAS, material selection, sustainability, plastic lumber



# ANEXO 4

Artigo publicado nos anais do evento Euro Elecs 2017



IX ENCONTRO NACIONAL,  
VII ENCONTRO LATINOAMERICANO,  
II ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E  
COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

De 10 a 13 de Maio de 2017

## A SUSTENTABILIDADE DOS MATERIAIS: ESTUDO EM EDIFICAÇÕES DOS SÉCULOS XVI E XXI

PEDRINI, Joana Bellumat\*<sup>1</sup>(joanabellumat@gmail.com); NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida\*  
(edna.rodrigues@ufes.com.br); BISSOLI-DALVI, Márcia<sup>1</sup>(marciabissoli@gmail.com)

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

\*Autor correspondente

### RESUMO

Ao longo da história, os materiais de construção, bem como as técnicas utilizadas, foram sendo aperfeiçoados de acordo com as necessidades e demandas específicas. Por sua vez, a construção civil é uma das atividades que se comporta como grande geradora de impactos ambientais. Uma das formas de contribuir para a redução desses impactos é a seleção dos materiais de construção com base em princípios sustentáveis, já que produção, uso e descarte, implicam em impactos ambientais, econômicos e sociais. Essa pesquisa objetivou comparar o índice de sustentabilidade dos materiais utilizados na envoltória de duas edificações institucionais, construídas em contextos históricos diferenciados, dos séculos XVI e XXI, avaliando a evolução tecnológica dos materiais e os impactos provocados pelo consumo de matéria-prima, geração e gestão dos resíduos. Para a metodologia, inicialmente definiu-se as edificações a serem avaliadas; na 2ª etapa, o levantamento dos materiais e técnicas construtivas; e na última etapa, a análise comparativa dos índices de sustentabilidade por meio do ISMAS - Instrumento para Seleção de Materiais mais Sustentáveis. Os resultados demonstraram índices de sustentabilidade bem diversos, observando-se ainda que materiais utilizados em épocas distintas e com limitações técnicas possuem classificações semelhantes em relação à sustentabilidade, mesmo não relacionado ao termo genuíno, estabelecido apenas no século XX. De acordo com a metodologia adotada, em decorrência da restrição à utilização de matéria-prima existente, os materiais da edificação do século XVI foram classificados como sustentáveis. Ressalta-se que alguns materiais avaliados foram os mesmos para as duas edificações, registrando que o impacto ambiental, em relação aos critérios avaliados, aumentou na edificação mais recente em consequência da sua maior demanda. Ainda, materiais diferentes obtiveram índices semelhantes, demonstrando a problemática ocasionada pelos resíduos. Destaca-se, portanto, que independentemente da inegável importância da evolução tecnológica, é fundamental a avaliação de suas consequências, especialmente em relação aos desafios da sustentabilidade.

Palavras-chave: Materiais de construção. Seleção de materiais. Sustentabilidade. ISMAS.

## SUSTAINABILITY OF MATERIALS: STUDY IN XVI AND XXI CENTURY BUILDINGS

### ABSTRACT

Throughout history, the building materials, as well as the techniques used, have been perfected according to the specific needs and demands. On the other hand, the civil construction is one of the main activities responsible for impacts in the environment. One of the ways to contribute to the reduction of these impacts is the selection of construction materials based on sustainable principles, since production, use and disposal has great influence on the environmental, economic

Realização



Escola Politécnica  
UNIGRANRIO - PPG Engenharia Civil

Promoção



ANTAC  
em parceria com o  
Sustentável



# ANEXO 5

Artigo publicado nos anais do evento Euro Elecs 2017



IX ENCONTRO NACIONAL,  
VII ENCONTRO LATINOAMERICANO,  
II ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E  
COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

De 10 a 13 de Maio de 2017

## Avaliação comparativa do índice de sustentabilidade da cerâmica e das rochas ornamentais através da ferramenta ISMAS

BISSOLI-DALVI, Márcia<sup>1</sup>([marciabissoli@gmail.com](mailto:marciabissoli@gmail.com)); COSTA, Lucas Martinez da<sup>1</sup>  
([lucasmartinezlmc@gmail.com](mailto:lucasmartinezlmc@gmail.com)); ALVAREZ, Cristina Engel de<sup>1</sup>([cristina.engel@ufes.br](mailto:cristina.engel@ufes.br)); GOBBI,  
Mirna Elias<sup>1</sup>([mirna.gobbi@gmail.com](mailto:mirna.gobbi@gmail.com))

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

### RESUMO

O crescente consumo de matérias primas, o aumento populacional e a demanda por novas construções têm ocasionado a exploração dos recursos naturais em quantidades que, muitas vezes, vão além de suas capacidades de regeneração, cuja consequência ainda deve ser somada aos eventuais fatores de degradação do ambiente onde foram extraídos. Nesse sentido, a indústria da construção civil – grande geradora de impactos ambientais – tem investido na busca de estratégias alicerçadas no conceito de sustentabilidade, principalmente no setor relacionado aos materiais, cujas medidas mais conhecidas são aquelas voltadas à economia de matérias primas e o controle na geração e gestão de resíduos. Neste contexto, emergem tecnologias e instrumentos que auxiliam a seleção e a avaliação de materiais, propostos como facilitadores no processo projetual. Sendo assim, esta pesquisa teve por objetivo classificar, comparar e analisar o nível de sustentabilidade dos materiais das categorias "revestimento cerâmico" e "rochas ornamentais" em suas funções como revestimento de piso. A metodologia foi baseada inicialmente em uma revisão bibliográfica, tendo como etapa posterior a seleção da ferramenta mais adequada de acordo com parâmetros previamente definidos, tais como simplicidade de uso e adaptação a realidade local, para a seguinte seleção do ISMAS como instrumento de análise. Como resultado final, o revestimento cerâmico obteve um índice de sustentabilidade médio, enquanto as rochas ornamentais obtiveram um índice alto. O teste pôde identificar que, a partir dos parâmetros adotados pelo ISMAS, ambos os materiais, apesar da pequena diferença, possuem características semelhantes que os tomam promissores no contexto da sustentabilidade. Como resultados adicionais, são apresentadas possíveis medidas para a melhoria do índice de sustentabilidade final para cada material.

**Palavras-chave:** ferramentas de avaliação; ISMAS; seleção de material; sustentabilidade; revestimento de pisos.

## Comparative Assessment of sustainability index of ceramic and ornamental rocks through the ISMAS tool

### ABSTRACT

The increasing consumption of raw materials, the population growth and the demands for new constructions have caused the exploration of natural resources in quantities that, often, goes beyond the regeneration capabilities, whose consequences must still be added to possible factors of environment degradation where they were extracted. In this sense, the industry of civil construction – great generator of environmental impacts – has been investing in strategies based in sustainable concepts, mainly related to materials sector, which the most notorious measures are directed to economy of raw materials and the control of generation and waste management. In this context,

Ilustração



Forix Arquitetura  
UNICURS - IPG Engenharia Civil

Promoção



GT Desenvolvimento  
Sustentável



# ANEXO 6

Artigo publicado na Revista Floram 2017



## Avaliação da Sustentabilidade da Madeira por Meio da Ferramenta ISMAS

Márcia Bissoli-Dalvi<sup>1</sup>, Soyana Corrêa Ferres<sup>1</sup>, Cristina Engel de Alvarez<sup>1</sup>,  
Gerardo Erich Saelzer Fuica<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Planejamento de Projetos, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória/ES, Brasil  
<sup>2</sup>Departamento de Diseño y Teoría de la Arquitectura, Universidad del Bío-Bío – UBB, Concepción, Chile

### RESUMO

Esta pesquisa objetivou avaliar o índice de sustentabilidade da madeira usada na construção civil a partir dos critérios previamente estabelecidos na ferramenta ISMAS – Instrumento para Seleção de Materiais Mais Sustentáveis, cuja metodologia considera especificamente os aspectos relacionados à “economia de matérias-primas” e “geração e gestão de resíduos” nos procedimentos de avaliação. A ferramenta apresenta a seguinte escala de graduação para os possíveis resultados: muito baixo, baixo, médio, alto e elevado. A metodologia adotada para a obtenção dos resultados foi estabelecida a partir de testes com o instrumento, envolvendo arquitetos sediados no Estado do Espírito Santo, Brasil. O resultado demonstrou que a madeira obteve o índice “alto” de sustentabilidade, contrariando a hipótese inicial de que o material alcançaria o nível “elevado”. Esse resultado sugere o amadurecimento do conceito sustentável da madeira, que atualmente relaciona-se somente com o critério renovável. A avaliação pelo ISMAS demonstrou a necessidade do uso de outros critérios.

**Palavras-chave:** construção civil, desenvolvimento sustentável, seleção de materiais.

### Wood Sustainability Assessment Through ISMAS Tool

#### ABSTRACT

This research aimed to assess the level of sustainability of the wood used in construction, based on the previously established criteria obtained with the ISMAS tool - Tool for Selecting Most Sustainable Materials, which methodology specifically considers aspects related to “economy of raw materials” and “generation and waste management” in evaluation procedures. The tool displays the following rating scale for the possible results: very low, low, medium, high and very high. The methodology used to obtain the results was established from an instrument test, involving architects from the state of Espírito Santo (Brazil). The results showed a “high” sustainability index of the wood, contradicting the initial hypothesis that the material would reach the “very high” level. This result suggests the maturity of the sustainable wood concept, which currently relates only to the renewable criteria. The review by ISMAS demonstrated the necessity of using other criteria.

**Keywords:** civil construction, sustainable development, material selection.



# ANEXO 7

Artigo aprovado para publicação Revista Arquitectos 2017

## **Cr terios para sele o de materiais mais sustent veis: aprimoramento do instrumento ISMAS**

### **Criteria for more sustainable materials selection: ISMAS tool improvement**

### **Criterios para la selecci n de los materiales m s sostenibles: mejora del instrumento ISMAS**

**AUTORIA OMITIDA**

#### **RESUMO**

O surgimento de instrumentos de suporte   decis o em rela o   constru o civil tem contribuído para a ado o de metodologias para a sele o de materiais pautada no conceito de sustentabilidade. Este artigo objetiva apresentar o Instrumento para Sele o de Materiais Mais Sustent veis (ISMAS) e os aprimoramentos desenvolvidos como crit rios complementares aos j  existentes. Dentre os procedimentos metodol gicos adotados, destacam-se as etapas de identifica o e sele o dos indicadores relacionados   tem tica propostos nos instrumentos de avalia o de sustentabilidade e a posterior contextualiza o com as Agendas 21, por as mesmas representarem os principais instrumentos de planejamento rumo   sustentabilidade do ambiente constru o. O resultado da an lise, alicer ado em quest es como exequibilidade e facilidade de uso, proporcionou a inser o de cinco crit rios adicionais, abordando agora os temas: adequabilidade, energia e legalidade.

**Palavras-chave:** ISMAS, sele o de materiais, sustentabilidade.

#### **ABSTRACT**

The decision support tools emergence in relation to civil construction has contributed to adoption of methodologies for materials selection based on the concept of sustainability. This article aims to present the Instrument for Selection of More Sustainable Materials (ISMAS) and the improvements developed as complementary criteria to those already in existence. Among the methodological procedures adopted, the identification and selection stages of indicators related to the theme proposed in the sustainability assessment tools and the subsequent

# ANEXO 8

Artigo submetido para Revista Gestão & tecnologia projetos (em avaliação) 2017

## Revisão além das métricas: a relação entre materiais de construção e sustentabilidade

### RESUMO

O estreitamento entre o setor de construção e os materiais de construção, impulsionado pela denominada "Agenda 21", têm impactado diretamente na produção acadêmica. No entanto, a extração de matérias-primas e geração de resíduos ainda são crescentes globalmente, induzindo ao questionamento sobre a efetiva influência ciência na indústria da construção civil. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi compreender a relação entre a sustentabilidade dos materiais de construção e a produção científica, avaliando a efetividade dos conceitos na prática. A metodologia foi baseada no recorte temporal (1992 a 2016) em busca da produção científica, em bases de dados, analisando posteriormente iniciativas governamentais dos países com destaque em publicações sobre o tema. Os resultados mostraram um acréscimo significativo na produção científica – principalmente nos Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, China e Índia – e nas práticas sustentáveis dos materiais de construção em âmbito individual e coletivo, com menor ênfase, no entanto, nos países emergentes.

**PALAVRAS CHAVE:** Sustentabilidade; Materiais de Construção; Materiais Sustentáveis.

### ABSTRACT

The narrowing between the construction sector and building materials, driven by the so-called "Agenda 21", has directly impacted academic production. However, the extraction of raw materials and service generation are still growing globally, inducing the questioning about the effective influence of science in the building construction industry. Therefore, the objective of this research was a relationship between sustainability of building materials and a scientific production, evaluating an effectiveness of the concepts in practice. The methodology was based on the temporal cut (1992 to 2016) in search of the scientific production, in data bases, analyzing later governmental initiatives of the countries with highlight. The results showed one meaningful increasing in scientific production – principally in United Sataes, United Kingdom, Germany, China and India – and in sustainable pratices of