

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente foi intensificada em decorrência dos múltiplos desastres ambientais que aconteceram no século XX, como, por exemplo, o acidente nuclear na usina de Chernobyl, na antiga União Soviética em 1986, o despejo irregular de mercúrio na Baía de Minamata no Japão e o vazamento de petróleo do Exxon Valdez no Alasca (VAN BELLEN, 2004). O termo sustentabilidade começou a dissipar-se quando conferências internacionais foram realizadas entre as décadas de 1970 e 1990. Dentre elas, destacam-se a Conferência de Estocolmo em 1972, que ocorreu na cidade sueca contando com 113 países e 250 organizações ambientais e a Eco-92, também conhecida como Rio-92 por ter sido realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992 (CARNEIRO, 2012). Ainda de acordo com Van Bellen (2004), esses encontros internacionais tiveram como foco o debate a respeito do crescimento populacional, urbanização, industrialização e o desenvolvimento sustentável e deram propulsão às discussões que discorrem até hoje a respeito desses assuntos.

No mesmo ano em que ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo, uma equipe da Universidade de Massachusetts (MIT), liderada por Meadows et al. e comissionada pelo Clube de Roma, publicou um estudo denominado “*The Limits to Growth*” que consistiu na criação de um programa computacional para analisar as cinco variáveis que interagem no sistema econômico global, que são: população, produção de alimento, produção industrial, poluição e consumo de materiais não renováveis. O estudo serviu como um alerta, apontando que se não houvesse mudanças drásticas na forma em que a população mundial se comportava, os limites do crescimento seriam excedidos antes do fim do século XXI, causando o colapso da população e do sistema econômico (TURNER, G. M., 2008).

O século XXI chegou e novas previsões foram feitas a respeito do crescimento populacional. Segundo a Organização das Nações Unidas (2015), em menos de 90 anos, a população mundial irá ultrapassar os 11 bilhões de pessoas. Desse modo, para que as futuras gerações possam atender às suas necessidades humanas básicas, o crescimento populacional, juntamente com o desenvolvimento econômico, devem ocorrer de forma inofensiva, sustentável, justa e biologicamente produtiva (MALONE, 2002).

Com o crescimento demográfico previsto, a demanda por habitação se tornará ainda maior, sendo necessárias novas tecnologias para atender as carências da sociedade moderna. De acordo com Venegas (1996), o desenvolvimento tecnológico tem proporcionado uma maior facilidade de exploração dos recursos naturais, acarretando em um maior consumo de material e, conseqüentemente, uma maior geração de lixo e poluição. O setor da construção civil consome hoje 40% da água, 60% da terra cultivável, 70% dos produtos de madeira e 45% da energia, totalizando 50% dos recursos naturais no mundo (LUCAS, 2011). Por esse motivo, a área da engenharia civil

70 deve continuar desenvolvendo se para que os recursos naturais não se extingam de forma a tornar a
71 vida das próximas gerações insustentável.

72 Com base nos dados apresentados, o presente trabalho teve como objetivo propor e avaliar um
73 projeto de uma edificação sustentável, baseada em critérios presentes nas principais certificações de
74 sustentabilidade mundiais, com um programa voltado para as necessidades das empresas juniores
75 da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Rio Paranaíba (UFV-CRP), caracterizando uma nova
76 sede para o funcionamento das mesmas. Atualmente a UFV – CRP conta com dez cursos, dentre
77 eles, oito possuem empresas juniores e dois estão em fase de regularização documental. As empresas
78 funcionam em duas salas no prédio Pavilhão de Aulas, tendo cada uma delas 29,5 m² e 34,66 m². O
79 ambiente de trabalho não apresenta as condições adequadas para as necessidades das empresas, além
80 do layout inviabilizar a implementação de novas entidades no espaço.

81 O *campus* de Rio Paranaíba é o mais novo da UFV e foi implantado em 2006, estando em fase
82 de estruturação. Por esse motivo, carece de infraestrutura para comportar todas as atividades
83 exercidas no meio acadêmico. Desse modo, um projeto de um escritório sustentável seria muito
84 benéfico para incentivar a expansão do campus e criar um ambiente de trabalho que estimule a
85 produtividade e a boa convivência entre os estudantes, além de servir como fonte de estudo para
86 discentes de diversas áreas. Um outro aspecto importante é a relevância da universidade na cidade
87 de Rio Paranaíba, que além de ter a função acadêmica, também possui um papel social de trazer
88 informação e tecnologia para a região e para a sociedade como um todo. Portanto, o projeto do
89 escritório sustentável no campus da UFV vai além do domínio da engenharia, podendo ser o
90 catalisador para promover o diálogo entre a universidade e a comunidade, incentivar práticas
91 sustentáveis e servir de exemplo e fonte de informação para a sociedade.

92 O trabalho foi composto de duas etapas, sendo a primeira a análise dos critérios de avaliação
93 das principais certificações de sustentabilidade do mundo, e em seguida, a aplicação dos critérios
94 mais relevantes no projeto da sede das empresas juniores no campus da UFV. De acordo com Gil
95 (2007), a natureza da pesquisa é aplicada, pois possui finalidade de aplicação em um projeto
96 arquitetônico. A pesquisa caracteriza-se como exploratória em relação aos seus objetivos, já que
97 possui caráter de inovação. Além disso, possui abordagem qualitativa, por utilizar ferramentas
98 qualitativas de avaliação.

99 **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

100 Medir o grau de sustentabilidade de uma edificação é uma tarefa complexa e depende de
101 diversos fatores por isso, ao longo do tempo, foram criadas diversas metodologias de avaliação para
102 definir se um empreendimento é considerado sustentável ou não. De acordo com Severo e Sousa
103 (2016), na década de 1990, nos Estados Unidos e no Canadá, foram criadas ferramentas para
104 caracterizar as edificações quanto ao desempenho ambiental, sendo divididas em duas vertentes, as

105 qualitativas e as quantitativas. As ferramentas quantitativas consistem em mensurar de forma
106 numérica os impactos ambientais, já as qualitativas tem o intuito de analisar de forma subjetiva e
107 não analítica os aspectos sustentáveis.

108 **2.1. Ferramentas Quantitativas**

109 O principal método quantitativo é o de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). O objetivo dessa
110 análise é a quantificação e coleta dos dados que descrevem o impacto ambiental causado durante
111 todo o ciclo de vida de um material ou processo. A avaliação se inicia com a definição do objetivo
112 e do escopo do estudo, em seguida, vem a principal etapa que é a de desenvolvimento de um
113 inventário com as informações necessárias do tempo de vida dos produtos ou processos que serão
114 quantificados. Então, é feito o cálculo de avaliação de impacto de uma forma pré-definida e, por
115 último, são feitas comparações e análises dos resultados (HUANG et al., 2009).

116 **2.2. Ferramentas Qualitativas**

117 Na categoria de ferramentas qualitativas estão as certificações. Este tipo de metodologia, tem
118 o objetivo de avaliar edifícios quanto ao grau de sustentabilidade e pontuá-los de acordo com o
119 número de critérios atendidos (SEVERO & SOUSA, 2016). Algumas das certificações mais
120 utilizadas ao redor do mundo e no Brasil estão descritas a seguir.

121 **2.2.1. Certificações**

122 O BREEAM é um sistema de certificação desenvolvido no Reino Unido que avalia desde a
123 locação, passando pelo projeto, construção até o uso da edificação. O método avalia as categorias:
124 energia, saúde e bem estar, inovação, uso da terra, materiais, gerenciamento, poluição, transporte,
125 resíduos e água (BREEAM, 2011).

126 O LEED é o método de certificação de edificações verdes mais utilizado no mundo. O sistema
127 fornece uma estrutura para a criação de edifícios altamente eficientes e econômicos, sendo os
128 principais tópicos abordados a economia de água, energia, matéria prima, qualidade do ar,
129 diminuição do desperdício e um maior cuidado com a saúde humana (USGBC, 2002).

130 HQE Bâtiment, é a certificação francesa que compreende as áreas da construção e
131 gerenciamento de projetos e de planejamento urbano (HQE, s.d.). No Brasil, foi desenvolvido um
132 método baseado na certificação francesa HQE, chamado AQUA-HQE.

133 GREEN GLOBES é uma certificação que oferece uma assistência personalizada para cada
134 empreendimento e atende predominantemente os Estados Unidos e o Canadá. O modelo assegura a
135 conservação de energia, a diminuição do consumo de água, o uso responsável dos materiais, escolha
136 da área a ser construída, emissões, ambiente interno e o uso eficiente do tempo da equipe de projeto
137 (GREEN GLOBES, 2017).

138 LiderA é um sistema Português de avaliação da sustentabilidade dos ambientes construídos,
139 desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro, em 2005, no Instituto Superior Técnico da Universidade

140 de Lisboa. O método busca soluções sustentáveis nas diferentes fases do ciclo de vida do projeto,
141 analisando seis vertentes divididas em vinte e duas áreas (PINHEIRO, 2010).

142 DGNB é um sistema de certificação alemão e engloba tanto edificações quanto distritos
143 urbanos. O sistema analisa os principais pilares da construção sustentável, dando a mesma
144 importância para aspectos ambientais e econômicos (DGNB, 2015).

145 O Selo Casa Azul é uma classificação criada pela Caixa Econômica Federal (CEF) para
146 promover soluções mais eficientes na construção civil, priorizando o uso racional dos recursos
147 naturais e a melhor qualidade habitacional para os usuários (CEF, 2010).

148 O Programa Nacional de Eficiência Energética, PROCEL EDIFICA, foi criado em 2003 pela
149 ELETROBRAS/PROCEL. O método se assemelha à etiquetagem de eletrodomésticos quanto à sua
150 eficiência energética e tem o intuito de promover o uso racional dos recursos naturais, reduzindo
151 desperdícios e melhorando a eficiência energética das edificações (IBAM et al., 2012).

152 PBQP-H é um Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, criado em 1991
153 pelo Governo Federal e busca avaliar as empresas de construção civil quanto aos critérios da norma
154 técnica ABNT NBR 15.575:2013 que avalia o desempenho de edifícios quanto ao bem estar dos
155 usuários, sendo analisadas a segurança, a habitabilidade e sustentabilidade (PBQP-H, 2005).

156 FSC é uma certificação criada pelo “*Forest Stewardship Council*” e é um sistema
157 internacionalmente reconhecido de identificação de produtos de origem madeireira que tenham sido
158 provenientes de um bom manejo florestal. São avaliadas três categorias: manejo florestal, cadeia de
159 custódia e madeira controlada (FSC, sd).

160 Foram estudadas algumas das categorias de sustentabilidade pontuadas pelas certificações e
161 abaixo encontram-se algumas definições.

162 **2.3. Uso da terra**

163 Consiste em considerar os recursos naturais presentes na área de construção, buscando a
164 melhor forma de protegê-los. Para isso, deve-se evitar o desmatamento, a construção muito próxima
165 de nascentes e a destruição de terra cultivada, principalmente se essa for a principal fonte de
166 alimento da sociedade e da fauna local (SHEN, 2007).

167 **2.4. Gestão e uso da água**

168 Consiste em economizar água em todas as fases do projeto, utilizando táticas construtivas e
169 dispositivos instalados na edificação, além de proteger águas superficiais e subterrâneas contra a
170 poluição, por meio do tratamento da água antes de ser devolvida à natureza, ou pela reutilização
171 dentro do próprio sistema hidráulico do edifício (SHEN, 2007).

172 As práticas de conservação de água estudadas nesse trabalho estão detalhadas a seguir.

173 **2.5. Economia de água durante a construção**

174 Assim como na edificação pronta, durante a construção, podem ser utilizados recursos de
175 economia de água e fontes alternativas de captação. É muito importante que durante o processo
176 executivo sejam tomadas medidas de gerenciamento e fiscalização para evitar o uso indevido da
177 água e desperdícios (ARAÚJO, 2009).

178 **2.6. Dispositivos economizadores de consumo de água**

179 A utilização de dispositivos economizadores de água tem o objetivo de reduzir o consumo
180 independentemente da modificação do comportamento do usuário quanto à economia de água. As
181 especificações técnicas dos componentes economizadores de água dependem do tipo utilização,
182 pressão hidráulica disponível, conforto do usuário, higiene, relação custo benefício, facilidade de
183 instalação e manutenção (ANA, FIESP & SINDUSCON, 2005).

184 **2.7. Reutilização da água no sistema hidrossanitário**

185 A água de reutilização de um sistema hidrossanitário é chamada de água cinza. Ela é
186 exclusivamente gerada pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupa. A
187 utilização da água cinza é geralmente bastante complexa devido a variabilidade da qualidade da
188 água. Por esse motivo, o sistema hidráulico de reúso deve ser completamente independente do
189 sistema de água potável (ANA, FIESP & SINDUSCON, 2005).

190 **2.8. Captação da água da chuva**

191 A norma que rege o reaproveitamento de água da chuva é a ABNT NBR 15527:07 – Água de
192 chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. O aproveitamento
193 de águas pluviais não só contribui com a preservação do meio ambiente, mas também reduz o
194 escoamento superficial, diminuindo a carga nos sistemas urbanos e reduzindo a quantidade de
195 enchentes e inundações (ANA, FIESP & SINDUSCON, 2005).

196 **2.9. Tratamento e descarte da água do sistema**

197 De acordo com Galbiati (2009), o lançamento de esgotos em córregos e rios é uma das
198 principais causas da degradação de mananciais de água potável. Um dos dispositivos utilizados para
199 o reaproveitamento de esgoto é o Tanque de Evapotranspiração, que decompõe a matéria orgânica
200 por meio de microorganismos, gerando resíduos que podem servir como adubo e utilizando plantas
201 para expulsar a água limpa do esgoto sanitário.

202 **2.10. Eficiência energética**

203 Consiste em projetar a edificação para que não seja necessário o uso de artifícios energéticos
204 de conforto térmico e iluminação, além da economia de energia durante a construção e operação
205 (SHEN, 2007).

206 É extremamente importante a realização de um projeto arquitetônico adaptado ao clima e com
207 estratégias naturais de aquecimento, resfriamento e iluminação (LAMBERTS, 2014). Além das
208 estratégias arquitetônicas de economia, a utilização de energia elétrica é essencial para o

209 funcionamento do escritório. O Brasil possui uma localização geográfica muito favorável e uma
210 grande extensão territorial, por isso, tem um grande potencial de energia solar (CEMIG, 2016).

211 **2.11. Escolha dos materiais, resíduos e emissões**

212 Consiste em especificar de forma consciente os materiais, analisando aspectos como extração,
213 produção, transporte e durabilidade, priorizando materiais reciclados e recicláveis, além de analisar
214 a possível poluição do ar, impactos no clima, poluição sonora e a produção de resíduos sólidos
215 durante toda a construção e operação (SHEN, 2007).

216 Uma pesquisa realizada por Gustavsson e Sathre (2006), demonstrou que a utilização da
217 madeira na construção civil obteve um balanço energético mais favorável que a utilização de
218 concreto. Os autores ainda reforçam os resultados apontando diversos outros estudos que defendem
219 o uso da madeira para fins construtivos. Mello (2007), em sua dissertação, descreve a madeira como
220 sendo um material extremamente durável, biodegradável, leve, de fácil transporte, fácil de se
221 trabalhar, com ótimas propriedades estruturais, uma versatilidade de formas e seções, além de ser
222 possível produzir peças ainda mais resistentes com os próprios resíduos madeireiros.

223 **2.12. Bem estar**

224 Consiste em garantir o conforto (térmico, acústico, visual) para todos os usuários e a segurança
225 durante a ocupação e a construção, evitando acidentes e exposição à materiais tóxicos (SHEN,
226 2007). O conforto de uma edificação pode ser diretamente relacionado com o clima da região. Para
227 garantir o conforto térmico, existem técnicas de proteção solar com a utilização de brise ou árvores
228 para bloquear o sol nos dias quentes e as correntes de vento nos dias frio. (LAMBERTS, 2014).

229 **2.13. Acessibilidade**

230 A legislação brasileira e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) propõe algumas
231 diretrizes no âmbito da arquitetura e engenharia civil para garantir a mobilidade de todas as pessoas,
232 sem distinções. Tanto as leis, quanto as normas, tem como função proporcionar, para toda a
233 sociedade, a capacidade plena de usufruir dos espaços públicos.

234 **2.14. Impactos na sociedade**

235 Consiste em desenvolver o projeto sem afetar negativamente a herança cultural da sociedade,
236 além promover oportunidades de emprego para a comunidade local e também, garantir a segurança
237 da vida humana durante a execução do projeto e em toda vida útil da edificação (SHEN, 2007).

238 **3. METODOLOGIA**

239 O trabalho descrito neste artigo foi elaborado com base em pesquisas feitas na área de
240 sustentabilidade e pesquisa feita com as empresas juniores da Universidade Federal de Viçosa
241 *campus* Rio Paranaíba. O trabalho teve sequência com a elaboração de um projeto de uma edificação
242 sustentável para ser utilizada como o escritório das empresas juniores presentes na universidade.
243 Em seguida estão descritas mais detalhadamente as etapas que compuseram este estudo.

244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278

3.1. Questionário

A elaboração do projeto do escritório sustentável iniciou-se com um questionário, que pode ser encontrado no Apêndice A, feito com empresários juniores da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Rio Paranaíba, acerca da qualidade atual do ambiente físico designado para o funcionamento das empresas. No questionário foram feitas perguntas com relação às necessidades individuais de cada empresa e também quanto à preferência entre conceito aberto e salas individuais. A partir disso, foram pensadas soluções para atender a maior parte das demandas apontadas pelos estudantes.

3.2. Processo criativo

Para a criação dos possíveis layouts foi utilizado o *software* AutoCAD. No Apêndice B é demonstrado o processo criativo e são apresentadas as plantas geradas e suas modificações ao longo do tempo. O layout final é apresentado no Apêndice C, os nomes e áreas de cada cômodo estão detalhados no desenho. O processo criativo ocorreu com a execução de quatro layouts e a evolução foi feita como mostra a descrição abaixo.

O primeiro modelo de escritório criado foi semelhante ao atual gabinete de professores localizado no prédio da biblioteca da UFV-CRP, porém, o modelo não apresentava os requisitos apontados no questionário e nos aspectos sustentáveis estudados. Após serem lidas as respostas e serem feitas pesquisas, foram elaborados novos modelos de escritórios.

O segundo modelo criado possui uma área construída um pouco menor que o primeiro, mas os banheiros foram projetados muito maiores que a necessidade calculada para o fluxo de pessoas do escritório. Também foi adicionado um deck externo para complementar a área de lazer e o design da edificação.

Na terceira planta, a área construída foi reduzida ainda mais e substituída pelo deck externo. Foram invertidas as posições da sala de reuniões e sala de atendimento ao cliente para melhorar o fluxo de pessoas na edificação, fazendo com que o cliente ande menos para chegar à sala e a mesa da copa foi deslocada para o meio do cômodo para poder alocar o dobro de pessoas sentadas.

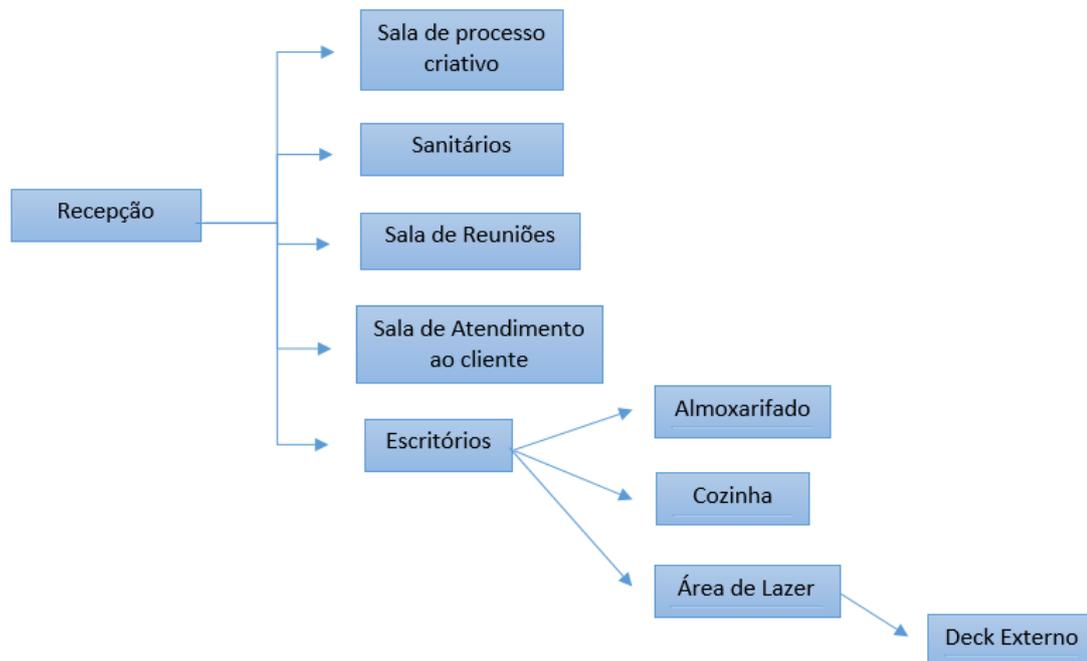
No quarto e último modelo, foram adicionadas janelas no banheiro e na parede do cômodo principal para melhorar a iluminação e aumentar o fluxo de ar, estendeu-se o deck externo de modo a contornar completamente o lado esquerdo da edificação, foram reduzidos os sanitários para atender a demanda real do escritório e, com o espaço restante, foi adicionada uma sala denominada sala de processo criativo.

O layout final possui uma área de aproximadamente 335 m², extremamente reduzida se comparada com a área do primeiro modelo de 613 m². E apesar de reduzida, a área do último modelo tem a capacidade para 12 empresas e a primeira conseguia alocar apenas 10 instituições. Isso foi possível com a redução do número de paredes e com a escolha de um conceito aberto para a área

279 de escritório, melhorando a iluminação e o fluxo de ar, contribuindo para atender os quesitos
280 sustentáveis de economia de energia e bem estar.

281 3.3. Adequação do layout

282 Para ser feita a alocação dos cômodos do escritório, foram analisados o fluxo de pessoas, a
283 funcionalidade e a acessibilidade do edifício. Para isso, foi elaborado um fluxograma (Figura 1) que
284 contém a setorização dos ambientes e seus respectivos acessos, facilitando o trânsito de pessoas e a
285 realização das tarefas dentro do escritório. O fluxograma tem a função de facilitar o acesso à
286 determinadas áreas do edifício, como os sanitários, e limitar algumas regiões que não devem ser
287 acessadas por visitantes e clientes, como o almoxarifado.



288
289 Figura 1 – Circulação de pessoas no edifício

290 3.4. Pesquisa

291 Após a definição do layout básico, foi iniciada uma pesquisa para a implementação dos
292 aspectos sustentáveis na edificação. A metodologia escolhida foi a de avaliação utilizando as
293 ferramentas qualitativas, ou seja, baseou-se nos critérios utilizados pelas certificações de
294 sustentabilidade ao redor do mundo para criar um modelo de escritório sustentável.

295 Primeiramente, foram analisadas dez certificações de sustentabilidade e seus critérios de
296 avaliação e, a partir dos dados obtidos com a pesquisa, foi elaborada uma tabela para resumir as
297 informações e facilitar a interpretação dos resultados.

298 Os dados são mostrados na Tabela 1, que pontua os aspectos abordados por cada uma das
299 diferentes certificações. Pode-se observar que alguns critérios são mais recorrentes que outros e as

300 três últimas certificações diferem ainda mais das outras por serem específicas para os tópicos de
 301 energia, empresas de construção civil e produtos de origem madeireira, respectivamente.

302 Com base nas informações obtidas na Tabela 1, pôde-se verificar a recorrência de alguns
 303 critérios na maioria das certificações, como água e energia, e outros, como acessibilidade, sem muito
 304 foco no processo avaliativo. Após as análises feitas com relação à recorrência nas certificações, a
 305 importância de aspectos não tão bem avaliados e o tipo de edificação a ser projetada, foram
 306 selecionadas as estratégias de sustentabilidade a serem aplicadas no projeto.

307 Tabela 1 – Critérios de avaliação das certificações ambientais

CERTIFICAÇÃO/ CRITÉRIOS	ÁGUA	ENERGIA	SEGURANÇA	BEM ESTAR/ CONFORTO	INOVAÇÃO	USO DA TERRA	MATERIAIS	GERENCIAMENTO	POLUIÇÃO/ EMISSIONES	TRANSPORTE/ URBANISMO	RESÍDUOS	IMPACTOS NA SOCIEDADE	ACESSIBILIDADE	MANUTENÇÃO	ECONOMIA
BREEAM	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X			X	
LEED	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
HQE Bâtiment/AQUA-HQE	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X
GREEN GLOBES	X	X		X		X	X	X	X		X				
LIDER A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
DGNB	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Selo Casa Azul	X	X		X			X			X		X			
PROCEL EDIFICA		X													
PBQP-H SiAC			X				X	X							
FSC							X								

308
 309 Os critérios selecionados para serem estudados mais a fundo e aplicados no projeto foram:
 310 uso da terra, gestão e uso da água, economia de água durante a construção, eficiência energética,
 311 escolhas dos materiais, resíduos, emissões, bem estar, acessibilidade e impactos na sociedade.

312 Foram feitos estudos sobre cada um dos critérios selecionados e as possíveis soluções a serem
 313 implementadas.. A metodologia de pesquisa de cada um dos aspectos está detalhada a seguir.

314 O tópico uso da terra foi abordado iniciando com a escolha do terreno a ser implementada a
 315 edificação. O projeto foi feito para ser alocado no terreno pertencente à Universidade Federal de
 316 Viçosa, na cidade de Rio Paranaíba, no estado de Minas Gerais. A Figura 2 mostra um possível
 317 espaço para a construção do escritório. O local foi escolhido por estar em uma área próxima aos
 318 principais prédios da universidade, facilitando o acesso aos estudantes e dando uma maior
 319 visibilidade para o edifício.



Figura 2 – Possível alocação da edificação

320

321

322 Para a averiguação dos aspectos sustentáveis deste tópico, verificou-se presença de vegetação,
323 grandes desníveis, cursos d'água próximos e presença de vida animal no terreno. Certificou-se que
324 todos os critérios fossem atendidos e, em seguida, foi proposto um possível local de implementação,
325 como mostra a figura elaborada utilizando a planta do *campus* da UFV-CRP.

326 O tópico de gestão e uso da água foi dividido em cinco subtópicos: economia de água durante
327 a construção, dispositivos economizadores de consumo de água, reutilização da água no sistema
328 hidrossanitário, captação da água da chuva e tratamento e descarte da água do sistema. Cada
329 subtópico foi analisado e foram estudadas soluções para cada um deles. As soluções propostas estão
330 apresentadas nos resultados.

331 O critério de eficiência energética foi analisado estudando-se as possíveis fontes renováveis
332 de energia para suprir a demanda que não pode ser economizada com técnicas construtivas. As
333 estratégias arquitetônicas de economia de energia relacionam-se com a utilização de iluminação
334 natural e controle da temperatura interna da edificação para evitar a utilização de aquecedores e ar
335 condicionado. Dentre as fontes renováveis de energia encontra-se a energia solar fotovoltaica, para a
336 análise de viabilidade de utilização desta técnica foi estudado o clima do estado de Minas Gerais.
337 No mapa abaixo é mostrada a radiação média diária no estado, comprovando um bom potencial de
338 energia solar na região.

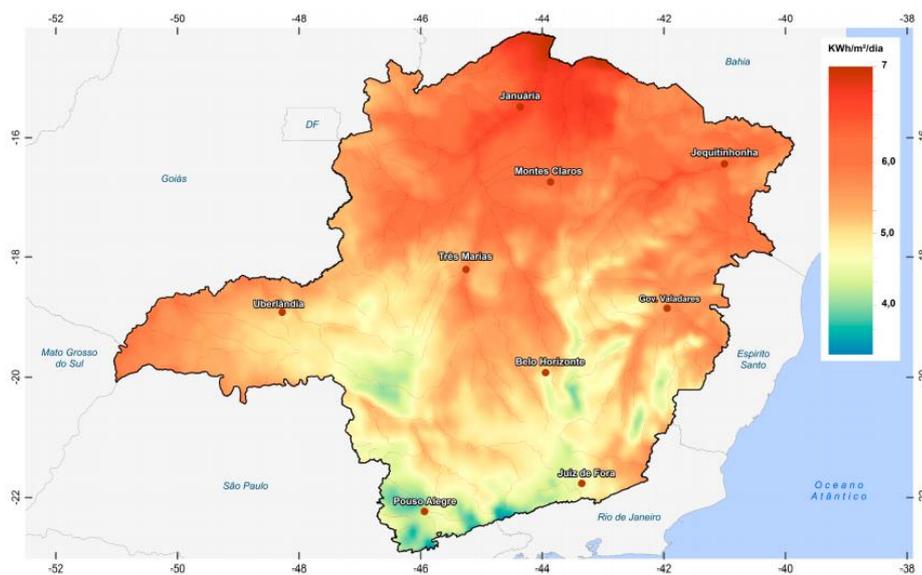


Figura 3 – Radiação média diária. Fonte: Atlas Solarimétrico de Minas Gerais, 2016

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

Para a escolha dos materiais, a pesquisa restringiu-se a apenas aos componentes estrutural e de fechamento, que representam uma grande parcela de todos os materiais a serem utilizados na edificação. A escolha baseou-se em estudos que comparam as emissões de gás carbônico e gasto de energia para a extração, processamento e transporte da madeira e do concreto. Após a leitura desses trabalhos, optou-se pela utilização da madeira como principal material estrutural e de fechamento.

O critério de bem estar foi abordado levando em consideração o conforto térmico, acústico e visual e foram escolhidas técnicas arquitetônicas para promover a ventilação e iluminação natural, além de serem propostas divisórias separando cômodos e a utilização de móveis com bloqueios acústicos para proteger a privacidade das empresas e dos clientes.

O tópico de acessibilidade foi aplicado utilizando como base a norma da ABNT NBR 9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, que aborda alguns limites construtivos para permitir a total mobilidade de pessoas com qualquer tipo de restrição. Outras normas também devem ser utilizadas na execução do projeto, como a ABNT NBR 16537:2016 – Acessibilidade – Sinalização tátil no piso - Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.

O último critério estudado foi o relacionado aos impactos na sociedade. Esse critério abrange desde a economia local até a cultura da região e é importante para garantir a proteção do mercado, da saúde das pessoas e da herança cultural da comunidade. A construção não deve ser agressiva ao meio ambiente e aos seres humanos, devendo ser tomados os devidos cuidados para garantir a harmonia entre os interesses de todas as partes envolvidas.

Os detalhes construtivos escolhidos para cada tópico estão apresetadas nos resultados. As escolhas são apenas sugestões de ações sustentáveis que podem ser tomadas, porém, algumas delas devem ser submetidas a estudos mais aprofundados para a elaboração do projeto executivo.

364 Para a execução da edificação, devem ser analisadas a viabilidade econômica e executiva de
365 cada um dos critérios abordados. A metodologia utilizada possui caráter qualitativo, ou seja, é uma
366 forma subjetiva de avaliação e devem ser feitos novos estudos para que possam ser tomadas
367 conclusões exatas.

368 **4. RESULTADOS**

369 Com o objetivo de criar um modelo de escritório sustentável para alocar as empresas juniores
370 da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Rio Paranaíba, foram analisados os critérios de
371 sustentabilidade utilizados pelas principais certificações ambientais ao redor do mundo. As
372 certificações variam de acordo com o foco e o peso que elas dão para cada critério, porém, existe
373 um padrão de avaliação que pode ser identificado.

374 Por exemplo, todas as certificações que avaliam as edificações quanto ao desempenho
375 sustentável geral, tem como critérios de avaliação a eficiência energética e o cuidado com a água.
376 Essas semelhanças mostram que não importa o tipo de edificação e o local em que ela está
377 construída, a metodologia de sustentabilidade não varia drasticamente e pode ser facilmente
378 aplicada, sem a necessidade de passar pelo processo burocrático e oneroso que é conquistar um
379 certificado ambiental.

380 As estratégias de sustentabilidade escolhidas para serem estudadas e aplicadas no projeto estão
381 detalhadas a seguir e são apresentadas em sete tópicos que foram retirados da Tabela 1.

382 **4.1. Estratégias de sustentabilidade**

383 **4.1.1. Uso da terra**

384 O projeto do escritório sustentável foi feito para ser alocado dentro do perímetro pertencente
385 à Universidade Federal de Viçosa, no *campus* Rio Paranaíba. O terreno não apresenta desníveis que
386 necessitam grandes movimentações de terra, vegetação a ser desmatada ou cursos d'água, portanto,
387 não afeta negativamente a produção de alimentícia da região, a fauna, a flora ou qualquer atividade
388 do meio biótico e do ecossistema local. Além disso, a obra não afeta as propriedades físicas e
389 químicas do solo, não promove aceleramentos no processo de erosão e nenhuma alteração das
390 reservas minerais da região.

391 **4.1.2. Gestão e uso da água**

392 **4.1.2.1. Economia de água durante a construção**

393 Alguns dos recursos que devem ser utilizados para a economia de água no canteiro de obras
394 são a inspeção e manutenção frequentes de equipamentos e instalações para evitar possíveis
395 vazamentos, utilização de água de chuva para limpeza de materiais e equipamentos, escolha de
396 materiais que não envolvam a utilização de água em seu processo construtivo e conscientização dos
397 trabalhadores quanto à importância da economia de água.

398 **4.1.2.2. Dispositivos economizadores de consumo de água**

399 Os dispositivos economizadores podem ser utilizados nas torneiras, bacias sanitárias,
400 mictórios e chuveiros, sem alterar sua funcionalidade, por isso, são uma solução muito versátil para
401 a economia de água em qualquer tipo de edificação. No projeto do escritório sustentável, para os
402 sanitários, foram sugeridas torneiras hidromecânicas, que possuem vazão constante e
403 temporizadores para ajudar no controle do consumo de água; bacias sanitárias com caixa acoplada
404 de 6 litros e válvula de descarga de duplo acionamento, que utiliza apenas 3 litros de água para
405 limpeza de efluentes líquidos e a capacidade total para efluentes sólidos. Para a copa, foi escolhida
406 uma torneira com um dispositivo arejador de bica, que tem a função de diminuir o fluxo de saída de
407 água, além de evitar dispersões laterais.

408 **4.1.2.3. Reutilização da água no sistema hidrossanitário**

409 O projeto apresentado neste trabalho possui lavatórios e bacias sanitárias distribuídos nos
410 banheiros e copa. Portanto, a utilização de água é mais restrita que um projeto residencial, onde
411 geralmente encontram-se máquina de lavar roupa, chuveiro, tanque etc. Dessa forma, sugeriu-se
412 como técnica de reutilização, apenas o reúso da água dos lavatórios na bacia sanitária. A técnica de
413 reaproveitamento consiste em direcionar a água do lavatório para um filtro, em que são retiradas as
414 partículas mais grossas e é feita a desinfecção com pastilhas de cloro, em seguida, ela vai para um
415 pequeno reservatório e, assim que a descarga é acionada, ela é bombeada para o vaso sanitário. Na
416 Figura 4 é mostrado o esquema construtivo do equipamento.



417
418 Figura 4 – Sistema de reaproveitamento de água. Fonte: (SLOAN, 2010)

419 **4.1.2.4. Captação da água da chuva**

420 Para o projeto do escritório sustentável, considerou-se apenas a utilização de águas pluviais
421 provenientes dos telhados, já que não há previsão de área pavimentada no terreno. No sistema de
422 captação de água da chuva, a água pluvial é coletada em áreas impermeáveis como telhados e áreas
423 pavimentadas, em seguida, é encaminhada para reservatórios de acumulação e, posteriormente,
424 tratada para atingir o nível de qualidade necessário.

425 Devido à baixa regularidade de precipitação ao longo do ano na cidade de Rio Paranaíba, ao
426 baixo consumo de água na edificação e a impossibilidade de utilização da água de chuva para fins
427 potáveis, decidiu-se utilizar a água da chuva apenas para irrigação de jardins, limpeza de superfícies,
428 lavagem do chão e combate a incêndios.

429 **4.1.2.5. Tratamento e descarte da água do sistema**

430 Devido às limitações do projeto, julgou-se mais viável a utilização de um tanque de
431 evapotranspiração (Tevap), também conhecido como bacia de evapotranspiração (BET). O tanque
432 de evapotranspiração é um sistema alternativo de tratamento de águas negras¹ que utiliza plantas,
433 através da ascensão capilar da água até a superfície, eliminando-a por evapotranspiração. A matéria
434 orgânica é degradada de forma natural, servindo como nutriente para as plantas. O método
435 construtivo consiste na escavação e execução de um tanque retangular impermeabilizado, com
436 dimensões determinadas em projeto; uma câmara formada por pneus usados, que abriga a tubulação
437 de esgoto, fazendo com que o efluente passe por entre os pneus; uma camada de entulho cerâmico
438 ao redor da câmara e camadas de brita, areia e solo. São necessários também tubos de drenagem
439 para expulsar o excesso de água limpa do tanque e um tubo de visita para a manutenção e coleta de
440 amostras. Na superfície, são plantadas espécies vegetais de crescimento rápido e folhas largas, como
441 bananeiras e taióba, que demandam muita água para sobreviver, acelerando o processo de
442 evapotranspiração. Na Figura 5 pode ser vista uma representação do corte em perspectiva do tanque.



443
444 Figura 5 – Tanque de evapotranspiração. Fonte: (GALBIATI, 2009)

445 **4.1.3. Eficiência energética**

446 Em função da boa localização do Brasil com relação à radiação solar, decidiu-se pela
447 instalação de painéis fotovoltaicos de produção de energia elétrica, associada com técnicas
448 arquitetônicas de iluminação, ventilação naturais e telhado verde para suprir as necessidades do

¹ Termo utilizado para descrever águas residuais contaminadas com resíduos sólidos orgânicos, óleos, material fecal ou urina, ou seja, efluentes provenientes da pia da cozinha e das bacias sanitárias (GONÇALVES et al, 2006).

449 escritório. Além disso, devem ser utilizados de equipamentos eletroeletrônicos e lâmpadas de alta
450 eficiência e baixo consumo de energia para minimizar os gastos e evitar a necessidade de utilização
451 de energia da rede de distribuição.

452 **4.1.4. Escolha dos materiais, resíduos e emissões**

453 Por ser um material renovável, de fácil processamento, baixas emissões de gás carbônico e
454 baixo gasto de energia, definiu-se a madeira como principal material para compor a estrutura e o
455 fechamento do escritório sustentável. A escolha da madeira deve-se basear na resistência necessária
456 especificada no projeto estrutural, nas características econômicas, na disponibilidade do material na
457 região e, também, deve-se garantir a boa procedência, por meio da apresentação de certificações,
458 como a FSC, comprovando que a madeira é de reflorestamento, não é proveniente de mão de obra
459 ilegal e não pertence à uma das espécies protegidas por lei. Além disso, para contribuir com o
460 balanço das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), sugere-se o plantio de árvores adicionais no
461 terreno, melhorando o microclima da universidade. Na Figura 6 é exemplificada um estrutura de
462 madeira com forro interno de *drywall*.



463
464 Figura 6 – Estrutura de madeira com forro de drywall. Fonte: (HOME & GARDEN RONA, 2017)

465 **4.1.5. Bem estar**

466 No projeto, foram utilizadas estratégias de ventilação cruzada para amenizar as temperaturas
467 internas, brises para bloquear os raios solares diretos e a inserção de um telhado verde para contribuir
468 com o conforto térmico da edificação. O conforto visual foi garantido com a alocação janelas ao
469 redor do escritório, permitindo a entrada luz natural e com a instalação de luzes artificiais de baixo
470 consumo energético. O conforto acústico foi controlado com a separação de alguns ambientes com
471 divisórias de vidro e com móveis com proteção acústica, dando mais privacidade aos usuários.

472 **4.1.6. Acessibilidade**

473 A Universidade Federal de Viçosa, por ser um local público, deve ser preparada e equipada
474 com acessórios que permitam o acesso às áreas físicas e utilização de todos os serviços disponíveis.

475 Para garantir a inclusão e igualdade, o projeto buscou respeitar as limitações de pessoas com
476 restrições motoras, permitindo a boa locomoção e a total habilidade de utilizar todos os componentes
477 oferecidos na edificação. Com esse objetivo, foram planejados banheiros espaçosos com barras de
478 apoio e lavatórios acessíveis, portas e corredores com dimensões suficientes para a passagem de
479 cadeiras de rodas e andadores. Também deverão ser incluídos nos projetos executivos, rampas de
480 acesso e sinalização tátil e visual.

481 **4.1.7. Impactos na Sociedade**

482 Ao se construir, deve-se pensar não só nos impactos à natureza, mas também, nos impactos à
483 sociedade. As construções não devem ser agressivas ao meio ambiente e aos seres humanos,
484 devendo ser tomados os devidos cuidados para garantir uma harmonia entre os interesses de todas
485 as partes envolvidas.

486 Durante a construção, deve-se priorizar a utilização de mão de obra e materiais locais, para
487 contribuir com a geração de renda e incentivar o mercado da região. Para garantir a saúde dos
488 trabalhadores durante a construção, é imprescindível a utilização de equipamentos de segurança e
489 aplicação de treinamentos para a execução de todos os serviços. Na fase de planejamento da obra,
490 os materiais devem ser escolhidos de forma a não conter substâncias tóxicas, que possam afetar
491 tanto o trabalhador, quanto o usuário do edifício pronto. Para o funcionamento seguro da edificação,
492 o projeto do escritório deve ser equipado com saídas de emergência e instalações de proteção e
493 combate incêndio bem sinalizadas e de fácil acesso. Ainda, deve-se assegurar que o sistema
494 hidrossanitário não tenha possíveis contaminações externas ou interferências com a matéria
495 orgânica produzida na própria rede.

496 **4.2. Viabilidade**

497 As soluções escolhidas, foram as que apresentaram maior compatibilidade com o tipo de
498 edificação, facilidade de execução e simplicidade de funcionamento. Algumas das soluções
499 ambientais, dizem respeito à decisões a nível de projeto executivo, e só podem ser tomadas como
500 certas depois de dimensionamentos e cálculos orçamentários. Portanto, devem ser feitos estudos
501 complementares de viabilidade executiva e econômica, para que a edificação possa ser de fato
502 construída.

503 **5. CONCLUSÃO**

504 Este trabalho teve como objetivo criar um projeto sustentável para contribuir com a
505 funcionalidade das empresas juniores da Universidade Federal de Viçosa, *campus* Rio Paranaíba.
506 Para isso, utilizou-se metodologias de algumas das maiores certificações ambientais do mundo para
507 a criação de um modelo de escritório sustentável. Essa abordagem foi tomada em função da
508 dificuldade que é adquirir uma certificação ambiental em um empreendimento de pequeno porte.
509 Grande parte dos processos de certificações são extremamente caros e muito burocráticos. As

510 principais justificativas que as empresas de certificações dão para conquistar clientes são o aumento
511 do valor de venda do imóvel e o abatimento de impostos, fatores relevantes em edificações de grande
512 porte e, preferencialmente, de uso privado. No caso do projeto do escritório sustentável, não seria
513 viável adquirir um certificado, porém, utilizou-se a metodologia abordada pelas empresas que
514 avaliam o desempenho ambiental, seguindo o padrão de qualidade exigido, para produzir um projeto
515 de acordo com as expectativas de sustentabilidade e funcionalidade.

516 Nota-se que o foco, hoje em dia, tem sido nos grandes empreendimentos. Há uma tendência a
517 culpá-los sempre pelos danos causados ao meio ambiente e, buscam-se muitas vezes, soluções em
518 escalas industriais para os problemas. Porém, esquece-se que as pequenas parcelas somadas também
519 causam grandes impactos. Os pequenos empreendimentos devem também seguir critérios de
520 qualidade e sustentabilidade, não só pelo meio ambiente, mas pela economia que algumas ações
521 podem gerar dentro da própria edificação.

522 **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

523 ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a
524 edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015, 148 p.

525 ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva -
526 Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, 2007, 8p.

527 AsBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. Guia
528 Sustentabilidade na Arquitetura, Diretrizes de escopo para projetistas e contratantes, São Paulo,
529 2012.

530 ANA, FIESP & SINCUSCON-SP. Conservação e reúso de água em edificações: São Paulo: Prol
531 Editora Gráfica, 2005, 152p.

532 ARAÚJO, Viviane Miranda. Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de
533 obras. Dissertação - Universidade de São Paulo, 2009.

534 BREEM. The World's Foremost Environmental Assessment Method and Rating System for
535 Buildings, United Kingdom, 2011. Disponível em: < [https://tools.breeam.com/filelibrary/
536 BREEAM_Brochure.pdf](https://tools.breeam.com/filelibrary/BREEAM_Brochure.pdf)> Acesso em: 14 Nov. 2017.

537 BRIBIÁN, I. Z., CAPILLA, A. V., & USÓN, A. A. Life cycle assessment of building materials:
538 Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency
539 improvement potential. Building and Environment, 46(5), 1133-1140, 2011.

540 CAIXA. Casa Azul, construção sustentável – Selo Casa Azul, Boas Práticas para Habitação Mais
541 Sustentável. Guia Caixa, Brasília, 2010.

542 CARNEIRO, B. A construção do dispositivo meio ambiente. ECOPOLÍTICA, 2012. Disponível
543 em: < <https://revistas.pucsp.br/index.php/ecopolitica/article/view/13057/9560>>. Acesso em: 12
544 Out. 2017.

545 CEMIG. Uma Reflexão Sobre Alternativas Energéticas, Belo Horizonte, MG, 2016. Disponível em:
546 <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/
547 Documents/URAE.pdf](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/inovacao/Alternativas_Energeticas/Documents/URAE.pdf)>. Acesso em: 01 Nov. 2017.

548 HQE Association. Be HQE, Paris, França, s.d. Disponível em: < [http://www.behqe.com/schemes-
549 and-documents](http://www.behqe.com/schemes-and-documents)>. Acesso em: 15 Nov. 2017.

550 CHIGUERU, T. et al. Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados terrestres, Editora Universitária
551 da UFPE, Recife, 2000.

552 DGNB. Building For Tomorrow, Today, Stuttgart, Germany, 2015. Disponível em: < https://issuu.com/manufaktur/docs/dgnb_mitgliederflyer_a5_en?e=1685932/43701929>. Acesso em: 15 Nov.
553 2017.

554

555 FSC. FSC Controlled Wood, United Kingdom, s.d. Disponível em: < <http://www.fsc-uk.org/preview.controlled-wood-factsheet.a-177.pdf>>. Acesso em: 13 Nov. 2017.

556

557 GALBIATI, A. F. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração.
558 Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
559 Campo Grande, MS, 2009.

560 GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa, 4ª ed, São Paulo: Editora Atlas, 2007.

561 GONÇALVES, R.F. et al. Caracterização e tratamento de diferentes tipos de águas residuárias de
562 origem residencial após segregação. AIDIS-Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y
563 Ambiental, Monte video, 2006, 1-0.

564 GREEN GLOBES. GREEN GLOBES for new construction, technical reference manual, version
565 1.45, Portland, OR, 2017.

566 GUSTAVSSON, L.; SATHRE, R. Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and
567 concrete building materials. Building and Environment, vol. 41, p. 940-951, 2006. Disponível em:
568 <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132305001484>>. Acesso em: 26 Nov.
569 2017.

570 HAGEMANN, S. E. Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e
571 uso. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa
572 Maria, RS, 2009.

573 HOME & GARDEN RONA, Install Drywall Panels. Disponível em: < <https://www.rona.ca/en/projects/Install-drywall-panels>>. Acesso em: 28 Nov. 2017.

574

575 HUANG, Y.; BIRD, R.; HEIDRICH, O. Development of a life cycle assessment tool for
576 construction and maintenance of asphalt pavements. Journal of Cleaner Production, 17(2), 283-296,
577 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652608001492>>.
578 Acesso em: 12 Out. 2017.

579 LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. Eficiência energética na Arquitetura, 3ª edição,
580 Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/publicacoes/livros>>. Acesso em:
581 01 Out. 2017.

582 LEED. LEED Buildings, light control solutions, San Francisco, CA, 2011. Disponível em: <
583 <https://www.lutron.com/technicaldocumentlibrary/367-679.pdf>>. Acesso em: 30 Out. 2017.

584 LIBRELOTTO, D. R.; JALALI, S. Aplicação de uma ferramenta de análise do ciclo de vida em
585 edificações residenciais: estudos de caso, 2008. Disponível em: < <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/8436/1/Pag%205.pdf>>. Acesso em: 01 Out. 2017.

586

587 LUCAS, V. S. Construção sustentável - Sistema de avaliação e certificação. Dissertação (Mestrado
588 em Engenharia Civil) - Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2011.
589 Disponível em: < https://run.unl.pt/bitstream/10362/5613/1/Lucas_2011.pdf>. Acesso em: 02 Out.
590 2017.

591 MALONE, T. F.; YOHE, G. W. Knowledge partnerships for a sustainable, equitable and stable
592 society. Journal of Knowledge Management 6.4, 368-378, 2002.

593 MELLO, R. L. Projetar em madeira: uma nova abordagem. Dissertação (Mestrado em Arquitetura)
594 - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

595 MO, K.; KHAN, H. The Impact of Forest Stewardship Council (FSC) Certification, Global Forest
596 & Trade Network, Research Review, s.d.

597 PBQP-HABITAT. Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras de
598 Construção Civil – SiAC, Regimento específico da especialidade Técnica Execução de Obras,
599 Brasília, 2005.

600 PINHEIRO, M. D. LiderA - Sistema voluntário para a sustentabilidade ds ambientes construídos,
601 vol 2.0, 2010.

602 IBAM; ELETROBRÁS; PROCEL. Elaboração e atualização do código de obras e edificações. Rio
603 de Janeiro, 2012.

604 SEVERO, E. M. F.; SOUSA, H. J. C. Ferramentas Quantitativas e Qualitativas para Avaliação da
605 Sustentabilidade das Edificações. CIAIQ2016, v. 4, 2016.

606 SHEN, L.; HAO, J. L.; TAM, V. W. A checklist for assessing sustainability performance of
607 construction projects. Journal of civil engineering and management v. 13.4, 273-281, 2007.

608 SLOAN. AQUUS, Innovative water reuse system recycles sink water for flushing, Estados Unidos,
609 2010. Disponível em: < [https://www.waterwisetech.net/specs/sloan_aqus_information_brochure.](https://www.waterwisetech.net/specs/sloan_aqus_information_brochure.pdf)
610 pdf>. Acesso em: 05 Nov. 2017.

611 TURNER, G. M. A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality. Global
612 environmental change 18, no. 3, 397-411, 2008.

613 United Nations. World Population Prospects, Key findings & advance tables, New York, 2015.

614 USGBC. LEED, Green Building Rating System, For New Construction & Major Renovations,
615 version 2.1, Estados Unidos, 2002.

616 VAN BELLEN, M.V. Indicadores de Sustentabilidade – um levantamento dos principais sistemas
617 de avaliação, cad. EBAPE.BR vol2 no1, Rio de Janeiro, 2004.

618 VANEGAS, J. A; DuBose J. R; Pearce A. R. Sustainable technologies for the building construction
619 industry. In: Proceedings, Symposium on Design for the Global Environment, Atlanta, GA, 1996.

620 VANZOLINI. Peocesso AQUA, Referencial Técnico de Certificação. Edifícios Habitacionais,
621 versão 2, 2013.