

**Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Arquitetura**

**Poliana Miranda França**

**A COBERTURA VERDE COMO INSTRUMENTO SUSTENTÁVEL:  
ESTUDO DE CASO DA FAZENDA URBANA DE BELO HORIZONTE**

Belo Horizonte  
2017

**Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Arquitetura**

**Poliana Miranda França**

**A COBERTURA VERDE COMO INSTRUMENTO SUSTENTÁVEL:  
ESTUDO DE CASO DA FAZENDA URBANA DE BELO HORIZONTE**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Área de concentração:  
Tecnologia construtiva sustentável

Orientadora:  
Professora Dr<sup>a</sup>. Cynara Fiedler Bremer

Belo Horizonte  
2017

#### FICHA CATALOGRÁFICA

F815c França, Poliana Miranda.  
A cobertura verde como instrumento sustentável [manuscrito] : estudo de caso da fazenda urbana de Belo Horizonte / Poliana Miranda França. - 2017.  
85 f. : il.

Orientadora: Cynara Fiedler Bremer.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Cobertura verde. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Arquitetura sustentável. 4. Fazenda urbana BeGreen Boulevard (Belo Horizonte, MG). I. Bremer, Cynara Fiedler. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 720.47

Ficha catalográfica: Biblioteca Raffaello Berti, Escola de Arquitetura/UFMG

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Monografia defendida junto ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Poliana Miranda França, em 04 de julho de 2017, pela banca examinadora constituída pelas seguintes professoras:

---

Professora Dr<sup>a</sup>. Cynara Fiedler Bremer – Escola de Arquitetura/UFMG

---

Professora Dr<sup>a</sup>. Maria Luiza Almeida C. de Castro – Escola de Arquitetura/UFMG

---

Professora Dr<sup>a</sup>. Danielle Meirelles de Oliveira – Escola de Engenharia/UFMG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela vida e pela oportunidade de me fazer perceber o encanto dos jardins;

Aos meus pais Cleber e Fátima, pelo amor incondicional;

Aos meus irmãos Tamiris pela amizade, Rafael pela bondade e Eduardo pela sinceridade;

Ao meu marido Juan, por ser meu porto seguro;

Aos meus sobrinhos Caike e Chiquinho, pela felicidade;

Aos meus amigos e familiares, pela paciência;

À BeGreen, pela atenção e disponibilidade;

E à minha orientadora Cynara, que além de mediadora do conhecimento, foi, acima de tudo, companheira.

## RESUMO

Atualmente, a sociedade vem modificando o meio ambiente, causando problemas como poluição, enchentes, alterações climáticas e tráfego intenso. A construção civil é um dos segmentos que mais causam impactos socioambientais, por isso, o setor deve buscar a inovação por meio da utilização de tecnologias com menor potencial de impacto negativo. Um dos instrumentos que vem se intensificando no Brasil é a cobertura verde, método construtivo que utiliza superfícies impermeabilizadas para o cultivo de vegetação em telhados, pátios, ou espaços outrora inutilizados. A técnica tem como finalidade ampliar a área verde dos centros urbanos, reduzir o consumo de energia elétrica, melhorar a qualidade do ar e a estética, evitar enchentes e garantir conforto térmico e acústico. Por isso, a presente monografia teve como objetivos conhecer a tecnologia, tendo em vista atestar se ela é compatível com os pilares da sustentabilidade e realizar estudo de caso junto à fazenda urbana de Belo Horizonte. Assim, foram analisados os princípios da construção sustentável, fazendo-se breve resgate do seu conceito e dos principais marcos que a impulsionaram. Pesquisou-se a respeito do contexto histórico e das políticas públicas, apontando a origem e a evolução das coberturas verdes. Também foram apresentadas as principais tecnologias construtivas utilizadas para sua implantação, destacando-se as particularidades entre os sistemas mais utilizados. Delimitando-se os âmbitos sociais, ambientais e econômicos, foram avaliados os principais benefícios e desafios da técnica. Ainda foi realizado estudo de caso junto à Fazenda Urbana BeGreen Boulevard, visando conhecer o sistema inovador no Brasil e identificar, na prática, determinadas teorias diagnosticadas no estudo. Concluiu-se, por fim, que as coberturas verdes e a Fazenda Urbana apresentam características próprias que distinguem uma tecnologia da outra, mas ambas são viáveis sob o âmbito da sustentabilidade. Têm potencial de implantação em qualquer região brasileira e, apesar de apresentarem alguns desafios, seus benefícios são predominantes. Identificou-se, também, a necessidade de adoção de leis e estratégias para incentivo à utilização das tecnologias, e de mudanças quanto à cultura empregada nos métodos construtivos e de utilização.

Palavras-chave: Cobertura Verde, Sustentabilidade, Fazenda Urbana e Construção Sustentável

## **ABSTRACT**

Currently, society has been changing the environment and causing problems such as pollution, floods, climate change and heavy traffic. The construction industry is one of the segments that most causes social and environmental impacts, therefore the industry must seek innovation through the use of technologies with a lower potential of causing negative impact. One of the instruments that have been intensified in Brazil is the green roof, a constructive method that uses waterproofed surfaces to grow vegetation on roofs, patios or previously unused spaces. The technique aims to expand the green areas of urban centers, reduce electricity consumption, improve air quality and aesthetics, avoid flooding and ensure thermal and acoustic comfort. Therefore, the present monograph aimed to learn about the technology in order to verify its compatibility with the pillars of sustainability and to carry out a case study with an urban farm (fazenda urbana in Portuguese) of Belo Horizonte. Thus, the principles of sustainable construction were analyzed, and a brief summary of its concept and the main landmarks that promoted it was presented. The historical context and the related public policies were researched, pointing out the origin and the evolution of green roofs. The main constructive technologies used for its implementation were also presented, highlighting the characteristics of the most used systems. Delimiting the social, environmental and economic aspects involved, the main benefits and challenges of the technique were evaluated. Furthermore, a case study was carried out at Fazenda Urbana BeGreen Boulevard aiming to learn about the innovative system in Brazil and to identify, in practice, certain theories diagnosed in the study. Finally, it was concluded that the green roofs and the Fazenda Urbana have particular characteristics that distinguish one technology from the other but both are viable under the scope of sustainability. They have the potential of being implemented in any Brazilian region and, although they present some challenges, their benefits are predominant. Another aspect that was also identified was the need for the adoption laws and strategies to encourage the use of these technologies and for changes in the current culture of construction and use methods.

Key words: Green Roof, Sustainability, Urban Farm e Sustainable Construction

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Relação Nociva entre o Condicionamento de Ar e o Aquecimento Global	20
Figura 2 -	Aspectos da Construção Civil	21
Figura 3 -	Três Pilares da Sustentabilidade	22
Figura 4 -	Exemplo de Cobertura Verde	23
Figura 5 -	Representação Gráfica dos <i>Sod Houses</i> em População Mesolítica	25
Figura 6 -	Representação Gráfica dos Zigurates da Antiga Mesopotâmia	26
Figura 7 -	Suposta Localização dos Jardins Suspensos da Babilônia	27
Figura 8 -	Pintura Representando os Jardins Suspensos da Babilônia	28
Figura 9 -	Exemplo de <i>Sod Roof</i> em Oslo, Noruega	29
Figura 10 -	Cópia do <i>Capitulare de Villis</i>	29
Figura 11 -	Fotografia da Torre Guinigi, em Lucca, Itália	30
Figura 12 -	Cenários Atual, Um e Dez Anos Após a Lei de Instalação da Cobertura Verde	31
Figura 13 -	Cobertura do Chicago City Hall e Sua Visão Infravermelha	33
Figura 14 -	Cobertura Verde do Hotel Curucaca Brasil	34
Figura 15 -	Experimento de Manta Vegetativa Pré-cultivada em Berlin	35
Figura 16 -	Esquema Representativo do Sistema Hidromodular Ecotelhado®	36
Figura 17 -	Corte Representativo do Sistema Hidromodular Ecotelhado®	37
Figura 18 -	Esquema Representativo do Sistema Laminar Ecotelhado®	38
Figura 19 -	Corte Representativo do Sistema Laminar Ecotelhado®	38



Figura 20 -	Representação Gráfica dos Tipos de Cobertura	39
Figura 21 -	Tipos e Camadas da Cobertura Verde	40
Figura 22 -	Diferença de Pesos entre o Composto Orgânico e a Terra Vermelha, Ambos Saturados de Água	42
Figura 23 -	Mapa da Seca em Grande Parte da América Latina	43
Figura 24 -	Temperaturas Medidas ao Longo do Tempo em Diferentes Superfícies de Telhados Planos	47
Figura 25 -	Temperaturas de uma Cobertura Verde Medidas no Verão e no Inverno	48
Figura 26 -	Esquema de Fotossíntese das Plantas	49
Figura 27 -	Localização do Município de Belo Horizonte em Relação ao Estado de Minas Gerais e ao Brasil	53
Figura 28 -	Plano Diretor do Parque Municipal Américo Renné Gianetti	55
Figura 29 -	Localização do Boulevard Shopping em Belo Horizonte	56
Figura 30 -	Imagem do Boulevard Shopping	56
Figura 31 -	Planta Baixa do Piso de Implantação da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard	57
Figura 32 -	Planta Geral da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard	58
Figura 33 -	Fazenda Urbana BeGreen Boulevard	59
Figura 34 -	Ciclo do Desperdício de Hortaliças no Brasil	60
Figura 35 -	Materiais de Reutilização, Escritório e Entrada da Estufa, respectivamente	62
Figura 36 -	Captação da Água Pluvial e Poste Fotovoltaico, respectivamente	62
Figura 37 -	Imagens da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard	63
Figura 38 -	Cobertura da Estufa	65
Figura 39 -	Painel Evaporativo	65

Figura 40 - Tanques para Criação de Peixes	66
Figura 41 - Esquema Demonstrando a Aquaponia	67
Figura 42 - Mercado Casa Horta e Restaurante Casa Amora, respectivamente	68
Figura 43 - Roteiro da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Tipos de Vegetação para Cobertura Verde no Brasil	44
Quadro 2 -	Tipos de Coberturas Verdes	45
Quadro 3 -	Comparação das Coberturas Verdes <i>Versus</i> a Convencional	52
Quadro 4 -	Benefícios da Fazenda Urbana	70
Quadro 5 -	Aspectos da Cobertura Verde <i>Versus</i> da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard	71

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AECweb	Portal Arquitetura, Engenharia e Construção
AMIS	Associação Mineira de Supermercados
CO <sub>2</sub>	Gás Carbônico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
IASP	Instituto de Projetos Agrários e de Ecologia Urbana da Universidade Humboldt
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGRA	<i>International Green Roof Association</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
O <sub>2</sub>	Oxigênio
ONU	Organização das Nações Unidas
PAR	Radiação Fotossintética Ativa
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
Rio-92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
Rio+10	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável
Rio+20	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SED	Síndrome do Edifício Doente
SINDUSCON -RS	Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul
UFG	Universidade Federal de Goiás
USP	Universidade de São Paulo
UV	Ultravioleta

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL .....</b>	<b>17</b>
<b>3 CONTEXTO HISTÓRICO E POLÍTICAS PÚBLICAS.....</b>	<b>25</b>
<b>4 TECNOLOGIA CONSTRUTIVA.....</b>	<b>35</b>
<b>5 BENEFÍCIOS E DESAFIOS .....</b>	<b>46</b>
<b>6 FAZENDA URBANA EM BELO HORIZONTE .....</b>	<b>53</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A – ROTEIRO PARA ENTREVISTA À BEGREEN.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNCIDE B – ENTREVISTA À BEGREEN.....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

“Pensei, então, que o ato de plantar uma árvore é um anúncio de esperança. Especialmente se for uma árvore de crescimento lento. E isso porque, sendo lento o seu crescimento, eu a plantarei sabendo que nem vou comer dos seus frutos e nem vou me assentar à sua sombra... Eu a plantarei pensando naqueles que comerão dos seus frutos e se assentarão à sua sombra. E isso bastará para me trazer felicidade!”

(Rubem Alves)

Com o crescimento dos centros urbanos, aliado ao aumento da população, a sociedade atual vem modificando o ambiente de maneira intensa, por meio do consumo dos recursos naturais, ampliação da área construída e impermeabilização do solo. Segundo Silva e Travassos (2008) em consequência disso, são provocados problemas socioambientais como poluição, enchentes, tráfego intenso, ilhas de calor e diversos outros que podem prejudicar a saúde humana, comprometer o meio ambiente e causar prejuízos financeiros. Elas afirmam que:

Enquanto a presença de áreas verdes em centros urbanos contribui para o equilíbrio das temperaturas, aumentando a quantidade de vapor de água na atmosfera, as construções e os calçamentos ocasionam mudanças nos processos de radiação e absorção do calor, contribuindo para a formação do conhecido fenômeno das “ilhas de calor”. (SILVA e TRAVASSOS, 2008, p. 19).

No entanto, sabe-se que a construção civil é essencial para o atendimento às necessidades básicas dos seres humanos. Além disso, de acordo com o Portal Arquitetura, Engenharia e Construção (AECweb, 201-), o setor é um dos mais importantes da economia, responsável por significativa geração de emprego e renda. Entretanto, é um dos segmentos que mais consomem recursos naturais. Por isso, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE):

Em escala global, estima-se que o setor seja responsável por cerca de 20% de todo o consumo de água, 35% de energia e 30% da geração de resíduos anualmente. Não é pouca coisa. Em termos nacionais, é como se toda a produção energética da hidrelétrica de Itaipu fosse consumida apenas pelas atividades da construção civil. (2016, p. 4).

De acordo com PLESSIS “construção sustentável é um processo holístico com o objetivo de restaurar e manter a harmonia entre os ambientes naturais e construídos, e criar assentamentos que afirmam a dignidade humana e incentivar a equidade econômica”. (2002, p.8). Ainda, de acordo com o autor, os materiais e componentes da construção civil devem ser produzidos de forma sustentável e, além disso, sua utilização deve respeitar aos requisitos ambientais holísticos. Ele cita como exemplo, que mesmo um vidro fabricado dentro dos princípios sustentáveis, perde seu sentido quando utilizado para revestimento de fachadas ou coberturas no clima tropical brasileiro.

Um potencial sistema que pode contribuir para a sustentabilidade é a cobertura verde. Segundo Willes (2014) ela possibilita a implantação de vegetação sobre superfícies impermeabilizadas, onde, além do aspecto visual, promete reduzir a poluição; melhorar o microclima da região e a temperatura interna do edifício; e reter a água pluvial, evitando enchentes. Tudo isso, colaborando para o conforto térmico do usuário e para a redução do consumo de energia elétrica, podendo, até mesmo, constituir-se em fonte de renda por meio do plantio de espécies ornamentais e comestíveis.

Relativamente novo no Brasil, o conceito de cobertura verde é utilizado em diferentes culturas há milênios, desde a pré-história Neolítica (idade da pedra polida), com diferentes objetivos e aplicações. Com o passar dos anos, a técnica vem se sofisticando e, atualmente, já existem sistemas pré-fabricados, como é o caso da fazenda urbana de Belo Horizonte.

Assim, o objetivo do presente estudo foi conhecer a cobertura verde e avaliar se a tecnologia pode ser considerada instrumento sustentável, além de realizar estudo de caso junto à fazenda urbana de Belo Horizonte, Minas Gerais. Visou, também, pesquisar os princípios da construção sustentável, o contexto histórico e as políticas



públicas que tratam do assunto, verificar os métodos geralmente empregados para a implantação das coberturas verdes, assim como os benefícios e desafios da técnica.

Nesse sentido, identificou-se que tanto as coberturas verdes como a Fazenda Urbana BeGreen Boulevard possuem características próprias que distinguem um sistema do outro, mas ambos são viáveis sob os âmbitos social, ambiental e econômico. Têm potencial de implantação em qualquer região brasileira e, apesar de apresentarem alguns desafios, seus inúmeros benefícios são predominantes. Verificou-se, também, a necessidade de adoção de leis e estratégias para incentivo à utilização das tecnologias, e de mudanças quanto à cultura empregada nos métodos construtivos e de utilização.

Em virtude disso, a pesquisa proposta se justifica pela necessidade de se buscar tecnologias construtivas sustentáveis e por acreditar que as coberturas verdes podem contribuir para isso.

## 2 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

“A natureza revela então a sua exuberância num desperdício que transborda em variações que não se esgotam nunca, em perfumes que penetram o corpo por canais invisíveis, em ruídos de fontes ou folhas... O jardim é um agrado no corpo. Nele a natureza se revela amante... E como é bom!”

(Rubem Alves)

Hoje, muito se fala em sustentabilidade. Mas, antes de tudo, faz-se necessário resgatar o significado da expressão. De acordo com a Universidade de São Paulo (USP, 200-), a palavra *sustentável* é derivada do latim *sustentare*, que significa sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar e cuidar. O termo denota habilidade, no sentido de capacidade e de suportar determinada condição motivada por outrem, garantindo sua permanência. Nesse sentido, a busca pela sustentabilidade veio da comprovação de que o modelo de desenvolvimento empregado atualmente é:

[...] ecologicamente predatório na utilização dos recursos naturais, socialmente perverso com geração de pobreza e extrema desigualdade social, politicamente injusto com concentração e abuso de poder, culturalmente alienado em relação aos seus próprios valores e eticamente censurável no respeito aos direitos humanos e aos das demais espécies. (CATALISA, 2011).

Contudo, de acordo com registros históricos, a preocupação com as questões ambientais remonta as décadas de 50 e 60. Por meio da obra conhecida mundialmente como *Silent Spring*, título publicado no Brasil como Primavera Silenciosa, Carson (1962) demonstra preocupação devido aos impactos negativos causados ao meio ambiente provenientes de produtos químicos como agrotóxicos e fontes radioativas. Ela cita:

[...] O mais alarmante de todos os assaltos contra o meio ambiente, efetuados pelo homem, é representado pela contaminação do ar, da terra, dos rios e dos mares, por via de materiais perigosos e até letais. Esta

poluição é, em sua maior parte, irremediável [...]. Nesta contaminação, agora universal, do meio ambiente, as substâncias químicas são os parceiros, sinistros e poucos reconhecíveis, das radiações, na tarefa de modificação da própria natureza do mundo – da própria natureza da vida que palpita nele. (CARSON, 1962, p. 15-16).

No entanto, a partir da década de 70, com a Conferência de Estocolmo<sup>1</sup>, essas questões começaram a ser debatidas em nível governamental. Foi nessa época que começou a se planejar projetos preocupados com as questões ambientais. Esse cuidado foi devido à alta do preço do petróleo, quando os pesquisadores começaram a calcular as reservas totais desse combustível fóssil. A crise fortaleceu a utilização da energia solar em sistemas de aquecimento da água doméstica (ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014).

Em 1987, surge o conceito de desenvolvimento sustentável, cuja definição mais aceita até a atualidade foi aquela descrita no relatório *Brundtland*<sup>2</sup> (1987) como: “Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.

No Brasil, entretanto, essa preocupação foi potencializada a partir da década de 80, com a publicação da Constituição Federal de 1988, que dedicou seu Capítulo VI ao tema *meio ambiente*, e nele cita, em seu Artigo 225:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988, p.120).

Nessa época, o mundo se deparava com o embate das mudanças climáticas. E questões como o aumento do efeito estufa e a redução da camada de ozônio começaram a ser difundidas. (ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014).

---

<sup>1</sup> Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, reunida em Estocolmo, Suécia de 5 a 16 de junho de 1972, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU).

<sup>2</sup> De acordo com a ONU, o Relatório *Brundtland*, também conhecido como Nosso Futuro Comum, representa um dos primeiros esforços globais para compor uma agenda global para a mudança de paradigma no modelo de desenvolvimento humano. A cargo da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o relatório reúne informações colhidas com especialistas de quase todo o planeta ao longo de três anos de análises e pesquisas. Ver mais em: <http://www.onu.org.br/rio20/documentos/>.

Logo, a década de 90 foi marcada pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), que aconteceu no Rio de Janeiro, Brasil no ano de 1992. Esse foi um importante marco na história brasileira, pois, foi quando a comunidade política internacional admitiu a necessidade de conciliação do desenvolvimento socioeconômico com a preservação dos recursos da Terra. Em suma, preocupados com o crescimento desordenado dos países emergentes e as consequências ambientais desses possíveis danos, na reunião, ficou definido que:

[...] os países em desenvolvimento deveriam receber apoio financeiro e tecnológico para alcançarem outro modelo de desenvolvimento que seja sustentável, inclusive com a redução dos padrões de consumo — especialmente de combustíveis fósseis (petróleo e carvão mineral). Com essa decisão, a união possível entre meio ambiente e desenvolvimento avançou, superando os conflitos registrados nas reuniões anteriores patrocinadas pela ONU, como na Conferência de Estocolmo, em 1972. (EM DISCUSSÃO, 2012).

Além disso, ainda de acordo com a fonte, foi reafirmado e reconhecido o conceito de desenvolvimento sustentável, onde os países participantes deram início a um intenso trabalho de desenhar planos de ação com o intuito de nortear o progresso futuro, em consonância com as novas diretrizes diagnosticadas. Um desses documentos, chamado Agenda 21, ainda é uma importante ferramenta adotada por lideranças nacionais e internacionais na busca pelo desenvolvimento sustentável. Após a Rio 92, as discussões sobre o tema persistiram. Em 2002, aconteceu em Johannesburgo, África do Sul, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+10) e em 2012, de volta ao Rio de Janeiro, Brasil, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20). Em ambos os encontros, as metas propostas em 1992 foram revistas, as lacunas das decisões tomadas no passado foram preenchidas e o compromisso político com o desenvolvimento sustentável foi renovado. O histórico desses eventos mostra a crescente participação da sociedade civil ao longo dos anos, defendendo interesses específicos e demonstrando grande organização e conhecimento técnico detalhado sobre temas sociais e ambientais. (EM DISCUSSÃO, 2012).

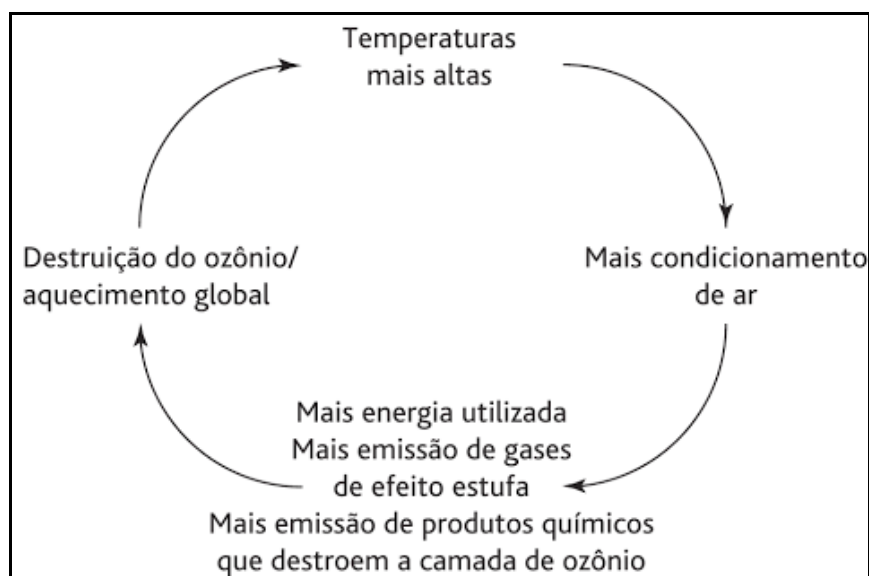
Com isso, constatou-se que foram múltiplos os eventos históricos que acompanharam a evolução do desenvolvimento sustentável. Entretanto, Roaf; Fuentes; Thomas-Rees apontam a necessidade de intensificação das ações, com

vistas à concepção de sociedades capazes de se sustentar e de adaptar-se às mudanças futuras. De acordo com os autores, é preciso, com urgência:

Adaptar-nos de maneira a reduzir nossas emissões até o ponto em que cada um de nós seja responsável pela emissão de apenas sua quota justa de gases de efeito estufa [...]; Adaptar nossas edificações de maneira que possamos sobreviver dentro delas nos piores cenários que o clima nos impor, mesmo quando as luzes se apagarem; Adaptar nossas comunidades, aumentando sua capacidade de recuperação e garantindo que o tecido de nossas sociedades “civilizadas” permaneça intacto com as mudanças que o futuro nos reserva. (2014, p 12).

Sobretudo, sabe-se que as cidades são responsáveis pela geração de grandes impactos socioambientais e que, muitos desses são oriundos das atividades de construção civil. De acordo com Roaf; Fuentes; Thomas-Rees (2014), cerca de 50% das emissões de Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>), principal gás do efeito estufa, são lançadas pelo ser humano. E, ainda, de acordo com os autores, a principal fonte desse gás é advinda das edificações. Para tanto, as previsões para esse cenário são de aumento de 3°C nas temperaturas globais, extinção de florestas tropicais e campos, redução do índice de chuva em diversas partes do planeta, aumento do nível do mar, além dos graves impactos à saúde humana. A figura 1 mostra a relação nociva entre o condicionamento de ar e o aquecimento global, provando a necessidade da redução de demanda elétrica para refrigeração nas edificações e a potencialização do uso de energias renováveis.

Figura 1 - Relação Nociva entre o Condicionamento de Ar e o Aquecimento Global



Fonte: ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014.

Já, a figura 2 aponta alguns aspectos positivos e negativos da construção civil, demonstrando que o setor é responsável por, aproximadamente, 2,96 milhões de empregos diretos no Brasil; criação de 112 mil empresas no Brasil; 8,5% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro; 20% da água utilizada em todo o planeta; 30% dos resíduos gerados em todo o mundo e 35% do consumo global de energia elétrica. (SEBRAE, 2016).

Figura 2 - Aspectos da Construção Civil

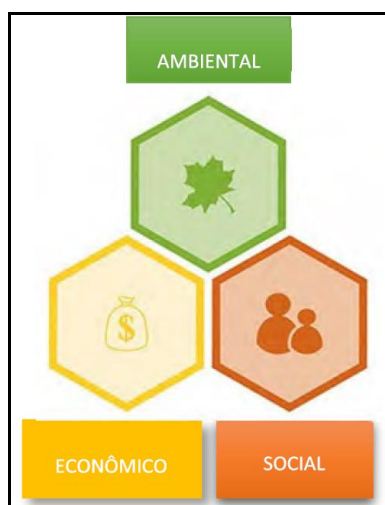


Fonte: SEBRAE, 2016.

Sendo assim, esses dados comprovam a grande contribuição da construção civil nos âmbitos social, econômico e ambiental. Tais fatores apontam para a necessidade de mudança nos padrões de produção e consumo, que devem ser aliados ao crescimento, atendendo aos princípios da sustentabilidade.

Por outro lado, há de se ressaltar que, de acordo com o Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul (SINDUSCON-RS, 2013) a sustentabilidade não impede o desenvolvimento, pelo contrário, ela garante sua eficiência e continuidade, desde que sejam atendidos os três pilares (FIGURA 3), ou melhor, que seja economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo.

Figura 3 - Três Pilares da Sustentabilidade



Fonte: SINDUSCON-RS, 2013.

Destarte, a USP (200-) conceitua o aspecto social como sendo o capital humano. Questões como salários justos, atendimento à legislação trabalhista, ambiente de trabalho agradável e saudável, além da preocupação com a comunidade, são levadas em consideração.

Já o pilar ambiental trata do capital natural, visando cumprir a legislação e normas ambientais, reduzir os impactos negativos, compensar aqueles imprescindíveis e potencializar os positivos, caso existam. Além do consumo consciente de recursos e a consequente redução da geração de resíduos.

Quanto à questão econômica, deve-se levar em consideração a semântica da palavra economia, de origem grega, onde, eco (*oikos*) significa casa e nomia (*nomos*) administração, quer dizer, administração da casa. Na sua origem, portanto, economia é a arte de administrar a casa. É a gestão do sistema produtivo de um país ou região, ou seja, da casa em que se vive. No entanto, hoje é a ciência que

trata da produção, distribuição e consumo de bens. Por isso, este pilar busca retomar o sentido original da palavra, não devendo ser direcionado apenas à vertente dos negócios, como é atualmente.

Entre as diversas tecnologias que buscam a sustentabilidade podem-se citar as coberturas verdes, figura 4, que consistem de uma estrutura que possui “[...] um substrato leve e de uma vegetação apropriada, plantada sobre uma base impermeável. Podem conter também camadas adicionais, tais como, um sistema de drenagem e irrigação e uma barreira anti-raízes”. (WILLES, 2014, p. 19).

Figura 4 - Exemplo de Cobertura Verde



Fonte: SKYGARDEN, 2015.

Além dos benefícios estéticos, a cobertura verde pode promover benefícios diversos, visto que, de acordo com Duran (2011), ela contribui para o retorno de espécies de aves e insetos, além de climatizar naturalmente a edificação, uma vez que, ameniza o calor no verão, conservando-o no inverno. Em países quentes, o autor indica a utilização de espécies vegetais caducifólias, ou seja, folhas que caem no outono e renascem na primavera, por isso, proporcionam sombreamento no verão e permitem a entrada de sol no inverno. Além disso, segundo Jourda:

Entre outras vantagens, as coberturas verdes permitem aumentar a capacidade de isolamento e a inércia térmica do conjunto edificado, devido à existência de uma camada de substrato. A vegetação permite a absorção do dióxido de carbono e melhora as condições de umidade do ar, principalmente em centros urbanos. Contudo, somente as coberturas verdes com uma certa camada de substrato absorvente são eficazes nesse aspecto. (2012, p. 40).



Sendo assim, conforme Duran (2011), essa climatização natural, conquistada por meio da utilização das coberturas verdes também pode contribuir até mesmo quanto ao aspecto sonoro. Já que, as camadas de substrato formadas pelas coberturas verdes são capazes de contribuir para a redução de até 8 dB do ruído externo. Além disso, de acordo com Venâncio (2010) a estrutura pode capturar cerca de 5 kg de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de cobertura verde. Ademais, Roaf; Fuentes; Thomas-Rees afirmam que a vegetação tem o poder de modificar o ambiente nas construções, por meio dos seguintes processos:

*Fotossíntese*, durante a qual uma planta verde transforma gás carbônico e água em açúcares e oxigênio para seu desenvolvimento; *Respiração*, o processo reverso à fotossíntese. Ela libera gás carbônico de volta à atmosfera e, assim, disponibiliza a energia para o metabolismo celular; *Transpiração*, que é a perda d'água de uma planta por *evaporação*, processo que transforma grandes quantidades de energia em calor latente, produzindo um efeito final de resfriamento. (2014, p. 125).

Tais propriedades das plantas vêm sendo testadas em ambientes com frequente utilização de ar-condicionado, onde, em inúmeros casos, os usuários sofrem da chamada Síndrome do Edifício Doente<sup>3</sup> (SED), apresentando constantes problemas respiratórios, alergias, dores de cabeça e letargia. (ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014). Comprovando, portanto, que as plantas têm o potencial de reduzir o CO<sub>2</sub>, aumentar a umidade relativa do ar e baixar a temperatura do ambiente.

---

<sup>3</sup> Uma combinação de problemas à saúde das pessoas associada ao local de trabalho ou moradia de um indivíduo, muitas vezes relacionada com a má qualidade do ar interior, em função do mau funcionamento dos sistemas de calefação, refrigeração, ventilação ou condicionamento de ar. Ver: ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014.

### 3 CONTEXTO HISTÓRICO E POLÍTICAS PÚBLICAS

“Eu juntei essas duas tradições, o jardim e a cidade, e disse que ‘política é a arte da jardinagem aplicada às coisas públicas’. As cidades devem ser belas como os jardins. As cidades devem ser jardins.”

(Rubem Alves)

Os registros históricos apontam que a técnica de cultivo de plantas sobre os telhados dos edifícios é utilizada desde a antiguidade. Para entender as origens das coberturas verdes, antes de tudo, deve-se conhecer o conceito dos dois sistemas que garantiram sua origem, os *Sod Houses* e os Jardins Suspensos. (ROCHA, 2016).

De acordo com o autor, os *Sod Houses* nada mais são do que uma cobertura de turfa, com camadas leves de substrato, e utilização de vegetação que demanda baixa manutenção e irrigação. Sua origem é desconhecida, mas acredita-se que os exemplares foram desenvolvidos por povos do período mesolítico, entre 10.000 a 5.000 a.C., figura 5.

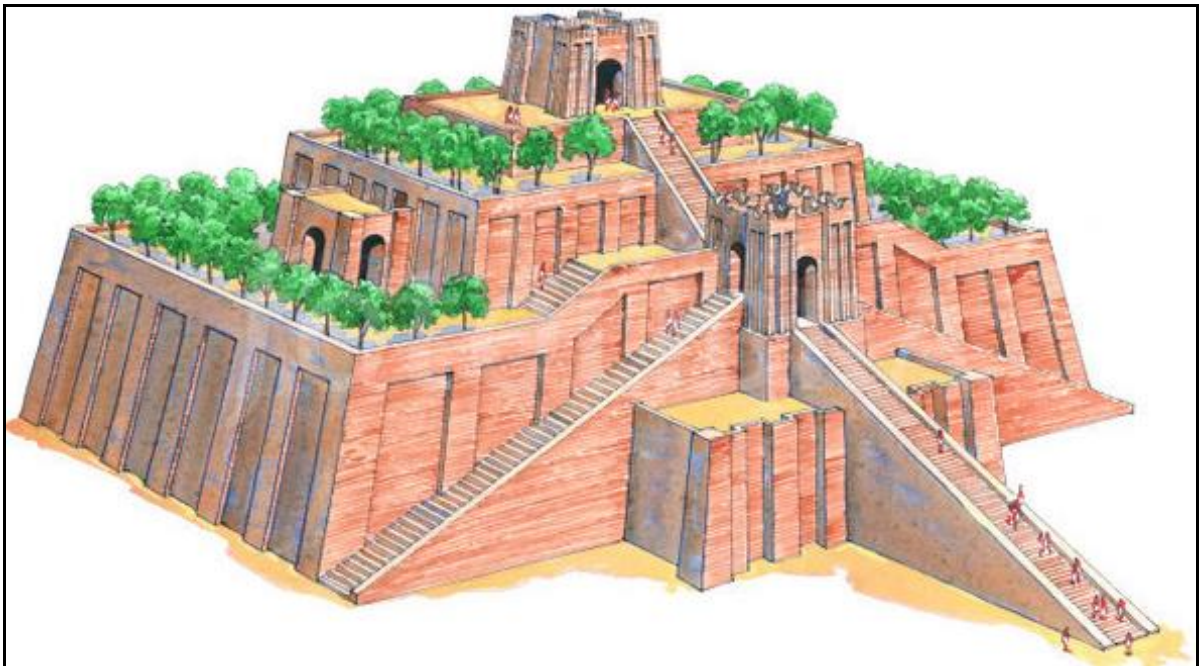
Figura 5 - Representação Gráfica dos *Sod Houses* em População Mesolítica



Fonte: ROCHA, 2016.

Já, os Jardins Suspensos, têm a aparência dos jardins cultivados no solo, com a diferença de serem elevados. Os relatos mais antigos desse tipo de estrutura são os chamados Zigurates da Antiga Mesopotâmia, templos religiosos destinados à moradia dos deuses, construídos entre 4.000 e 600 a.C. A figura 6 mostra a representação dessas torres escalonadas, onde, nos platôs eram cultivados arbustos e árvores, com o objetivo de aliviar o desnível do terreno e amenizar o calor. (ROCHA, 2016).

Figura 6 - Representação Gráfica dos Zigurates da Antiga Mesopotâmia



Fonte: CONRADO PAISAGISMO, 2014.

A cobertura verde mais notória da história são os chamados Jardins Suspensos da Babilônia, considerados uma das sete maravilhas da antiguidade. Até a atualidade, não há evidências arqueológicas que comprovem sua existência legítima, mas, acredita-se que eles tenham sido construídos entre 605 e 562 a.C.. De acordo com Gibson (2014):

Caso tenham realmente existido, os Jardins Suspensos da Babilônia seriam a segunda mais velha das antigas maravilhas mundiais. Construídos no século 6 a.C., os jardins teriam desaparecido há muito tempo. Alguns estudiosos argumentam que a razão para que não exista registro preciso sobre eles é exatamente o fato de que eram jardins – com plantas e flores que acabaram morrendo. Mesmo se a estrutura que sustentava os jardins tivesse sido preservada, poderia perfeitamente estar em ruínas irreconhecíveis.

As teorias indicam, ainda, que os jardins ficavam localizados na Babilônia ao lado do rio Eufrates, na Antiga Mesopotâmia, região desértica e seca, ao sul da atual cidade de Bagdá (Iraque). Os monumentos teriam sido construídos por volta do final no século VI a.C., pelo rei Nabucodonosor II, como presente para sua mulher, Amythis. De acordo com a lenda, os jardins foram construídos em tijolos sobrepostos, sendo instalados em paredes inclinadas e terraços, o que proporcionou o efeito de serem suspensos (FIGURA 7). Acredita-se ainda que, no local existiu grande diversidade de espécies da flora e da fauna e era captada água do rio Eufrates para sua irrigação. (EUDES, 2013).

Figura 7 - Suposta Localização dos Jardins Suspensos da Babilônia



Fonte: ATLAS TOURS, 200-.

Ainda, segundo o autor, apesar de se poder imaginar a exuberância e de existirem diversas hipóteses, pouco se sabe a respeito da construção e da real existência dos Jardins Suspensos da Babilônia (FIGURA 8).

Figura 8 - Pintura Representando os Jardins Suspensos da Babilônia



Fonte: MUSEU DE IMAGENS<sup>4</sup>, 200-.

Posteriormente, segundo Rocha (2016) entre os anos 371 e 287 d.C., foram encontrados indícios de que o filósofo greco-romano Teofrasto tenha relatado a existência de espécies vegetais cultivadas em paredes e sobre telhados na extensão da costa mediterrânea. Na época, acreditava-se que a técnica protegeria as construções de possíveis incêndios causados por descargas atmosféricas.

Nessa época, de acordo com o autor, muitos dos camponeses, em todo o continente europeu, cobriam suas residências com uma técnica chamada *Sod Roof* (FIGURA 9), que consistia de uma estrutura composta por placas de pasto e solo sobre outra de madeira, protegida por peles de animais embebidas em gordura. Essa, “Era uma técnica bastante popular devido ao baixo custo de construção e ótimo isolamento térmico, que se manteve predominante até o final do século XIX com o advento da industrialização das telhas que conhecemos hoje”. (ROCHA, 2016).

---

<sup>4</sup> Pintura do século XVI representando os Jardins Suspensos da Babilônia, de Martin Heemskerck. Ao fundo da pintura, encontra-se a Torre de Babel. Ver: MUSEU DE IMAGENS, 200-.

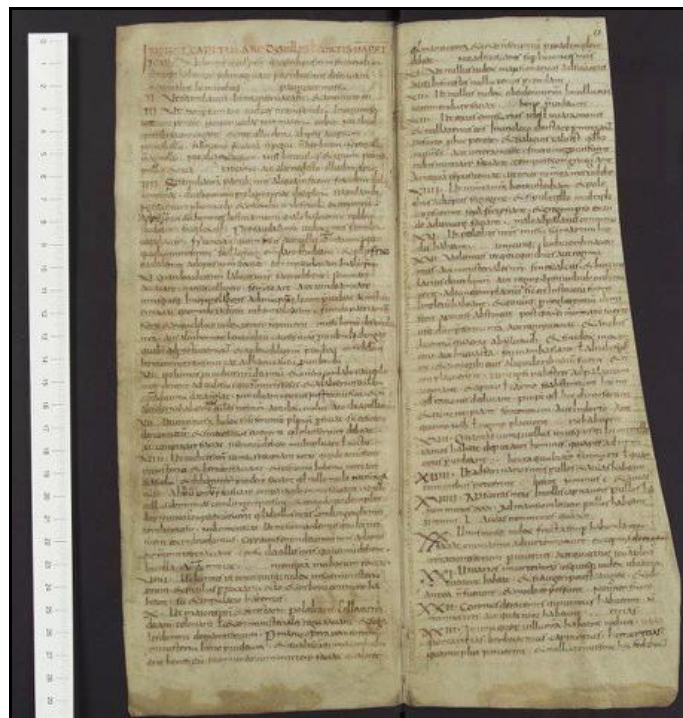
Figura 9 - Exemplo de Sod Roof em Oslo, Noruega



Fonte: ROCHA, 2016.

Rocha (2016) ainda aponta que, no império carolíngio, em 800 d.C., o políptico *Capitulare de Villis*, documento histórico que descreve a gestão das propriedades daquele período, estabeleceu a obrigatoriedade do plantio sobre telhados como medida de segurança contra as temidas descargas atmosféricas (FIGURA 10).

Figura 10 - Cópia do *Capitulare de Villis*



Fonte: UNIVERSITY OF LEICESTER<sup>5</sup>, 2008.

<sup>5</sup> Cópia do *Capitulare de Villis* – Políptico original de Carlos Magno: documento do dia-a-dia dos camponeses no final do império carolíngio. Ver: UNIVERSITY OF LEICESTER, 2008.

Durante a Idade Média e Renascimento, destaca-se a cobertura verde considerada a mais antiga da história que ainda permanece em funcionamento, a Torre Guinigi, localizada na cidade de Lucca, Itália. Medindo 45 metros de altura, a estrutura foi erguida com a utilização de pedra e tijolo e se destaca entre as demais antiguidades da cidade devido à exuberante arborização situada em seu cume. Seu topo é constituído por um jardim adornado por sete carvalhos, árvore milenar de grande porte (FIGURA 11). Não se sabe exatamente quando o jardim foi criado, acredita-se, portanto, que foi por volta de 1.400 d.C. (LUCCA, 201-).

Figura 11 - Fotografia da Torre Guinigi, em Lucca, Itália



Fonte: LUCCA IN TUSCANY, 2012.

Há diversos outros indícios arqueológicos que marcam a prática de utilização dos sistemas de *Sod Houses*, *Sod Roofs* e Jardins Suspensos no mundo, desde a antiguidade até a contemporaneidade. Benfield (2012) aponta que Toronto, no Canadá, foi a primeira cidade da América do Norte a decretar a obrigatoriedade de instalação de cobertura verde para construções erguidas a partir de 2010. A figura 12 apresenta um estudo realizado por alunos da Universidade de Toronto, ilustrando as possíveis mudanças no cenário urbano após a publicação dessa lei no país.

Figura 12 – Cenários Atual, Um e Dez Anos Após a Lei de Instalação da Cobertura Verde



FONTE: BENFIELD, 2012<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> No cenário atual (*today*), está sendo considerado o ano de 2012. Ver BENFIELD, 2012.



Atualmente a Alemanha destaca-se no desenvolvimento de cobertura verde. Segundo Aranha; Rangel; Silva (2015) o país está comprometido com a tecnologia desde a década de 1960. E foram as políticas públicas que estimularam o crescimento expressivo. Para tanto, nos anos 1980, as coberturas verdes começaram a ser mais difundidas e aceitas no mercado consumidor. As autoras ainda destacam que: “Países como Áustria, Suíça, EUA, Noruega, Hungria, Suécia, Reino Unido, Itália, entre outros, vêm adotando esta técnica em suas construções e em sua maioria têm incentivos fiscais ou cumprem regulamentos legais.” (ARANHA; RANGEL; SILVA, 2015, p. 401).

Um exemplo bem-sucedido de aplicação da cobertura é o Chicago City Hall, localizado em Chicago, Estados Unidos da América (EUA), o local abriga a Câmara Municipal da cidade. Trata-se de um edifício de 11 andares, construído em 1911, que possui em sua cobertura, espaço composto por mais de 20.000 exemplares de 150 espécies diferentes de plantas nativas da região. Criado no ano 2000, o jardim foi uma das estratégias utilizadas pelas autoridades locais como um teste para reduzir os impactos oriundos das ilhas de calor, problema atual dos grandes centros urbanos. (CHICAGO, 200-).

Como resultado, foi evidenciado que, além de diversos outros benefícios, a estrutura contribuiu para a redução da temperatura na região de aplicação. A figura 13 mostra o telhado do Chicago City Hall em dois momentos diferentes. A fotografia da esquerda é a retratação natural do edifício. A outra apresenta a imagem utilizando dispositivo infravermelho, onde exibe a graduação de temperaturas que vai de 74 a 151 °F. Ou seja, a nuance mais clara da imagem indica temperatura mais elevada. Comprovando, assim, que a região do edifício coberta por vegetação, parte mais escura da imagem, sugere temperatura mais amena.

Figura 13 – Cobertura do Chicago City Hall e Sua Visão Infravermelha



Fonte: CENTER FOR CLEAN AIR POLICY, 2012.

Segundo Gatto (2012), no Brasil, a cobertura verde ainda é um tema relativamente novo e voluntário, por isso, as aplicações e técnicas ainda vêm se aperfeiçoando. Em pesquisas realizadas viu-se que, algumas cidades, no estado de São Paulo e Rio Grande do Sul, vêm publicando leis de incentivo à adoção desta tecnologia.

Como é o caso do município de Canoas, Rio Grande do Sul, onde a lei municipal 5.840/2014 determina que os edifícios da região projetados e construídos a partir de maio de 2014 podem prever a instalação do sistema de telhado verde como medida compensatória parcial sobre a área livre obrigatória mínima do terreno, sendo medida obrigatória em caso da necessidade de corte de árvores nativas para a implantação do empreendimento. Já a lei municipal 16.277/2015 da capital de São Paulo, dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação do telhado verde em edifícios do município. Na cidade de Campinas, também em São Paulo a resolução municipal 128/2013 estabelece o sistema de telhado verde como área permeável alternativa. Quanto à legislação pertinente às fazendas urbanas, não foi encontrada publicação no Brasil.

Todavia, já existem no Brasil alguns casos de sucesso, comprovando que a prática vem sendo difundida voluntariamente no país. Um deles é o Hotel Curucaca Brasil, destinado ao ecoturismo, localizado na cidade de Bom Retiro, Santa Catarina. Com início de implantação em 2001, o edifício sede, com 770 m<sup>2</sup> de área construída, foi concebido seguindo os princípios da sustentabilidade. Aliado à utilização da cobertura viva, com o objetivo de garantir conforto térmico, o resultado foi um projeto

integrado à paisagem natural, conforme pode ser apreciado na figura 14 (OLIVEIRA, 2009).

Figura 14 – Cobertura Verde do Hotel Curucaca Brasil



Fonte: CURUCACA, 200-.

## 4 TECNOLOGIA CONSTRUTIVA

“Plantar um jardim é coisa fácil. Basta que uma pessoa queira. Pode-se plantar um pequeno jardim na varanda de um apartamento. Mas para plantar um jardim-cidade, para isso é preciso que muitos sonhem [...].”

(Rubem Alves)

Para a implantação de coberturas verdes, são utilizadas diversas técnicas desenvolvidas para esse fim. No entanto, segundo Rola (2008), atualmente os sistemas construtivos mais utilizados podem ser decompostos em três classes: Manta Vegetativa Pré-cultivada, Modular e Completo, que serão detalhados a seguir:

### - Manta Vegetativa Pré-cultivada

Trata-se de uma manta de espessura compacta, em torno de 4,5 cm, onde a vegetação é cultivada previamente, antes de sua instalação na área definitiva. A técnica permite a produção em ampla escala. A figura 15 exhibe um modelo de aplicação da manta vegetativa pré-cultivada, testado pelo Instituto de Projetos Agrários e de Ecologia Urbana da Universidade Humboldt (IASP) de Berlin.

Figura 15 – Experimento de Manta Vegetativa Pré-cultivada em Berlin



Fonte: ROLA, 2008.

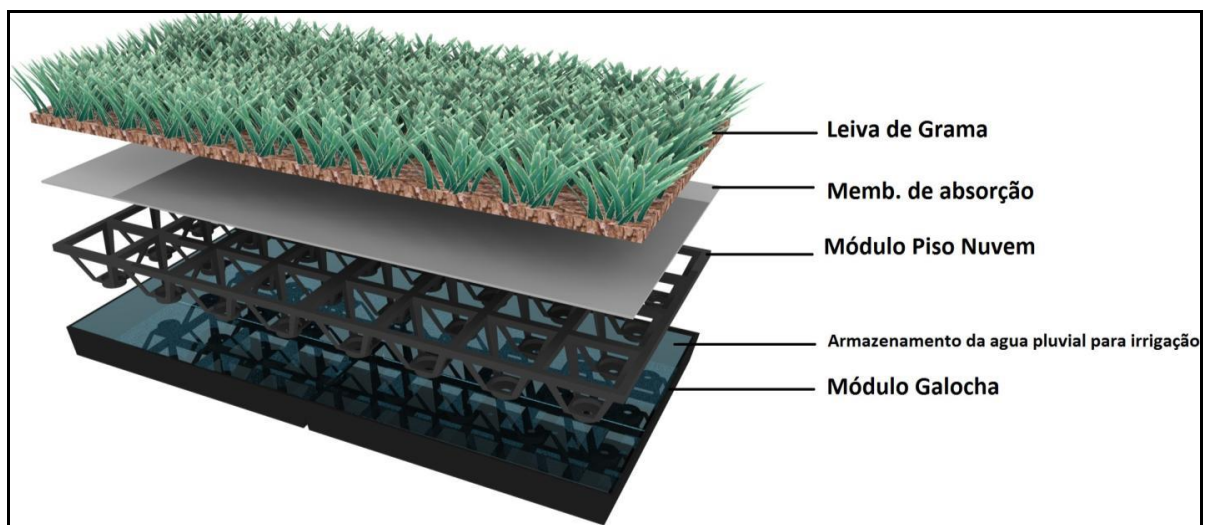
### - Sistema Modular

Como o próprio nome diz, o sistema modular é desenvolvido em caixas pré-elaboradas, que garantem a facilidade e agilidade no momento da instalação. Nele, o telhado é impermeabilizado e, em seguida, os módulos contendo as demais camadas, inclusive a vegetação, são dispostos e fixados sobre a estrutura, formando a cobertura verde. Sua composição retém a água necessária para conservar os nutrientes do substrato e drenar o excedente. Normalmente, o sistema apresenta espessura que vai de 7,5 a 30 cm. (ROLA, 2008).

Da mesma forma, vem sendo desenvolvidas tecnologias inovadoras, como é o caso do Sistema Hidromodular®, registrado pela empresa brasileira Ecotelhado (FIGURAS 16 e 17). De acordo com o manual de especificação técnica do fabricante, ele:

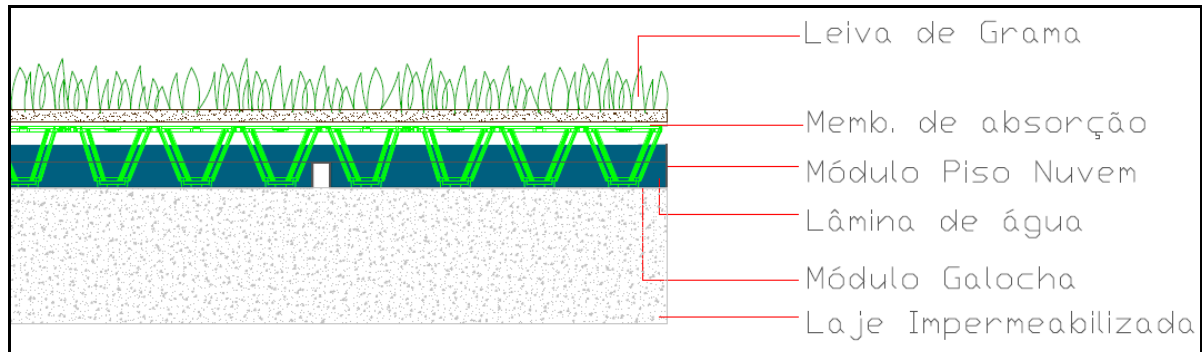
[...] tem como objetivo proporcionar à laje, uma cobertura vegetada para conforto térmico do ambiente interno e maior convívio com a natureza. Esse sistema se caracteriza pelo seu Módulo Piso Nuvem de 7 cm de altura e o Módulo Galocha de 5 cm, que são responsáveis pela reserva de água de até 50 l/m<sup>2</sup>, proporcionando irrigação da vegetação por capilaridade para lajes com pouco caimento. O sistema armazena a água da chuva para a própria vegetação se irrigar, diminuindo o uso de água potável para este fim e proporcionando drenagem sustentável da água pluvial. (ECOTELHADO, 201-, p. 2).

Figura 16 – Esquema Representativo do Sistema Hidromodular Ecotelhado®



Fonte: ECOTELHADO, 201-.

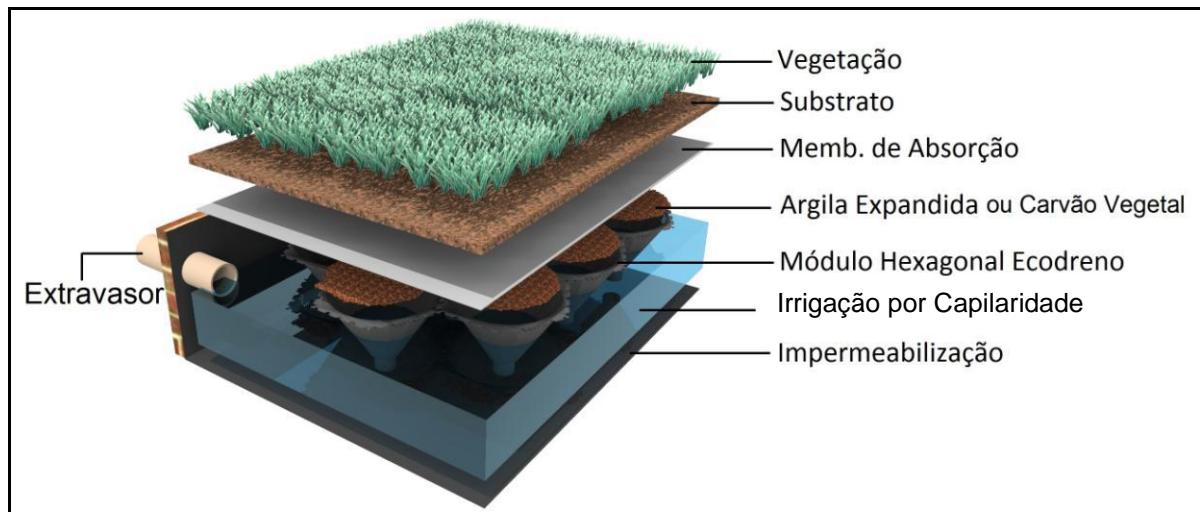
Figura 17 – Corte Representativo do Sistema Hidromodular Ecotelhado®



Fonte: ECOTELHADO, 201-.

Outra inovação, também desenvolvida pela Ecotelhado (201-) é o Sistema Laminar®, dispositivo hidropônico que reutiliza a água pluvial e o efluente tratado da edificação (FIGURAS 18 e 19). A hidroponia é uma técnica de cultivo onde os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas são adicionados à água e não ao substrato, como no método de cultivo convencional. Assim, nesse sistema, por meio da irrigação por capilaridade, a água é aplicada diretamente na raiz da vegetação, o que reduz a necessidade de utilização de substrato e evita o emprego de bombas para aspersão e distribuição hídrica. Nele, a chuva que precipita no telhado é coletada e armazenada para posterior irrigação das plantas, com isso, economiza a utilização de água potável. Além de reter a água pluvial, o reservatório também serve para tratamento e polimento dos efluentes produzidos na edificação, que pode ser reutilizado para irrigação da cobertura verde. Dependendo do sistema implantado, a cisterna tem a capacidade de retenção hídrica de 50 a 160 l/m<sup>2</sup>. Indicado para superfícies planas, o sistema promete ser mais eficiente que as coberturas verdes convencionais, pois os nutrientes presentes na água de reuso diminuem a necessidade de utilização do substrato, reduzindo a carga sobre a estrutura e, ainda, além da possibilidade de empregar placas fotovoltaicas para captação de energia solar.

Figura 18 – Esquema Representativo do Sistema Laminar Ecotelhado®



Fonte: ECOTELHADO, 201-.

Figura 19 – Corte Representativo do Sistema Laminar Ecotelhado®

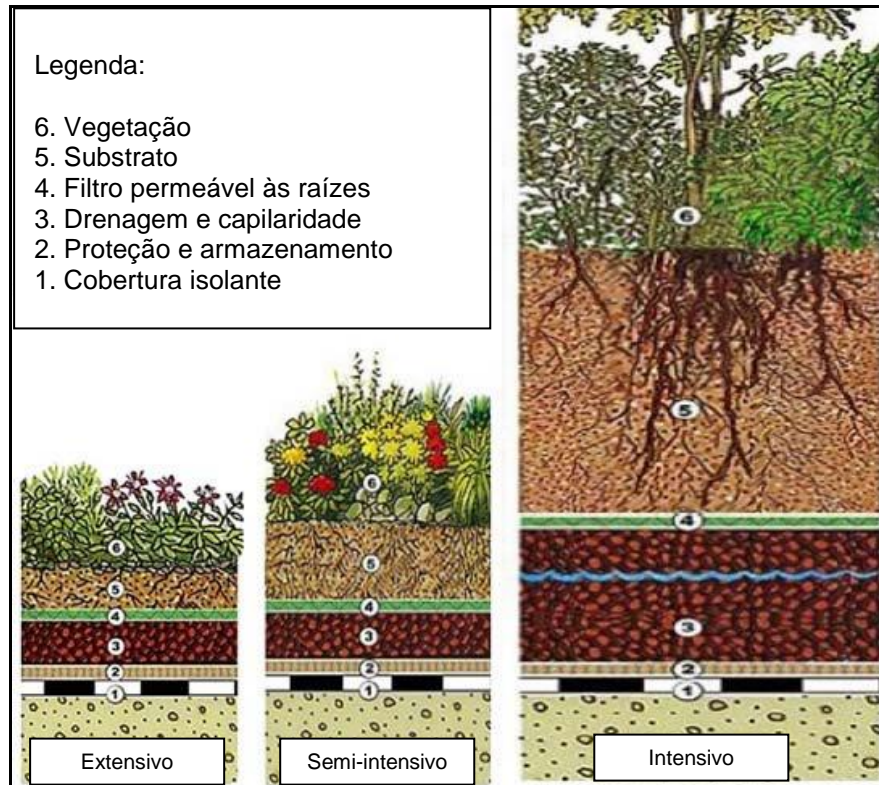


Fonte: ECOTELHADO, 201-.

### - Sistema Completo

É o sistema mais utilizado mundialmente e pode ser aplicado diretamente na estrutura de suporte. De acordo com o *International Green Roof Association* (IGRA) (201-), é classificado de acordo com sua complexidade (FIGURA 20), são eles: extensivo, semi-intensivo e intensivo.

Figura 20 – Representação Gráfica dos Tipos de Cobertura



Fonte: Adaptação de SHAN, 2015.

O IGRA ainda completa que o extensivo é indicado para coberturas com capacidade de carga reduzida. A camada de substrato requer menor profundidade e menos nutrientes e, por isso, é adequado à vegetação rasteira, pouco exigente, de estrutura leve e raízes lacônicas. Esse sistema exige pouca ou nenhuma manutenção e baixo custo de investimento. Já, o semi-intensivo está entre o extensivo e o intensivo, pois requer mais manutenção e maior capacidade de carga, comparando-se ao extensivo, e tem custo médio de investimento. Permite o plantio de diversas ervas, herbáceas perenes e pequenos arbustos. Por fim, o intensivo permite o plantio de vegetação perene, arbustos de maior porte e árvores. E, também, admite o cultivo de alimento e pode ser utilizado para convivência e recreação. Para tanto, requer estrutura de base altamente resistente, com necessidade de manutenção constante e custo de investimento mais alto.

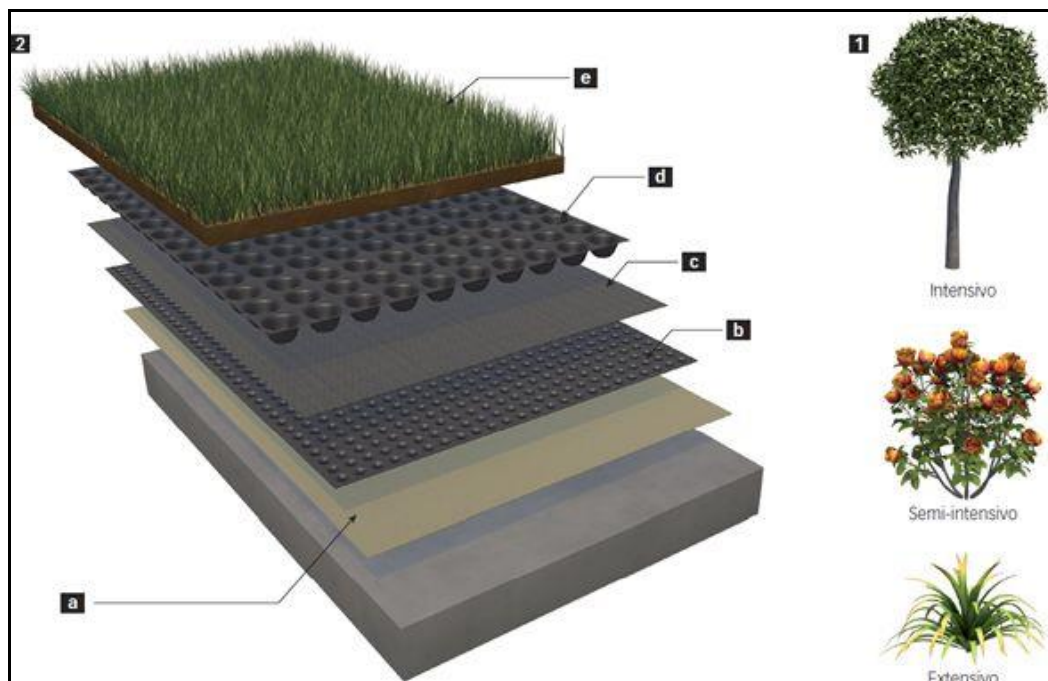
Igualmente, a figura 21 apresenta os tipos e camadas da cobertura verde. Nela, são apresentados exemplos de imagens da vegetação normalmente utilizada em



sistemas intensivos e extensivos e o detalhe das camadas da cobertura verde onde, de acordo com Corsini (2011), devem ser aplicadas na seguinte sequência:

**a.** camada impermeabilizante: normalmente feita com mantas sintéticas, ela protege a laje contra infiltrações; **b.** camada drenante: serve para drenar a água e também como filtro. Pode ser feita de brita, seixos, argila expandida ou com mantas drenantes de poliestireno; **c.** camada filtrante: serve para reter partículas e pode ser feita com um geotêxtil; **d.** membrana de proteção contra raízes: serve para controlar o crescimento de raízes da vegetação; **e.** solo e vegetação. Existem sistemas modulares em que os módulos já vêm prontos com a vegetação e, ainda, sistemas que empregam pisos elevados que armazenam a água das chuvas para posterior irrigação da vegetação.

Figura 21 – Tipos e Camadas da Cobertura Verde



Fonte: CORSINI, 2011.

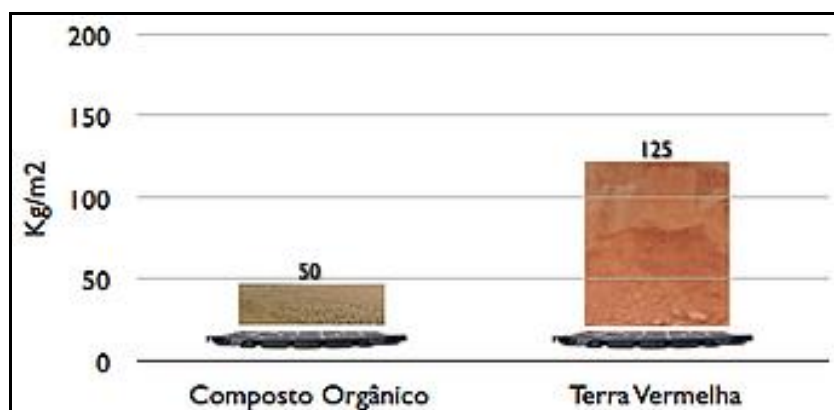
Wong (2006) esclarece que a superfície de apoio para a implantação das coberturas verdes pode ser a laje de concreto, estrutura metálica ou até mesmo de madeira. Em edificações novas, deve ser realizado cálculo estrutural para planejamento da cobertura verde. Já, em edificações existentes, faz-se necessária profunda investigação da estrutura antes da implantação, para verificação da possibilidade de sobrecarga. De acordo com Corsini (2011), independentemente do tipo, os sistemas construtivos utilizados para a implantação da cobertura verde podem variar de acordo com cada caso. Para tanto, os componentes do sistema construtivo completo

de uma cobertura verde serão detalhados, ressaltando que as camadas deverão ser aplicadas na sequência que serão apresentadas (WONG, 2006):

- a. Impermeabilização: A principal função de um telhado é manter o interior da estrutura livre de umidade, impedindo a penetração de água pluvial. Portanto, o jardim em uma cobertura não pode comprometer a integridade do telhado. Para esse tipo de estrutura, normalmente a impermeabilização é feita por meio da utilização de manta sintética, que tem o objetivo de proteger a laje contra possíveis infiltrações.
- b. Drenagem: Camada utilizada para reduzir o tempo de infiltração da água no solo e, conseqüentemente, evitar inundação. Pode ser instalada por meio da utilização de cascalho, areia, brita, argila expandida, geomanta, ou com a utilização de estrutura pré-fabricada de polipropileno, constituída de células perfuradas. Além disso, atualmente, existem, no mercado, modelos que armazenam a água pluvial para irrigação posterior. Juntamente a essa camada, deve ser previsto sistema de filtro, normalmente de material geotêxtil, visando evitar o entupimento e contribuindo para o transporte de água até as raízes da vegetação. Em telhados com declividade acima de 5%, essa camada pode ser desnecessária, pois a inclinação favorece a drenagem (MINKE, 2004);
- c. Anti-raiz: Deve ser aplicada caso a manta impermeabilizante não apresentar resistência às raízes. Essa camada é usada para proteger a impermeabilização da ação perfurante das raízes. Ela deve ser aplicada em todos os cantos e juntas do telhado;
- d. Substrato: É a camada de suporte para a vegetação, onde as raízes se desenvolvem. Também é a fonte de nutrição e hidratação para as plantas, e deve ser dimensionada conforme as características peculiares de cada espécie (MINKE, 2004). Sua espessura, determinada pelo tipo de telhado e de vegetação, varia de 8 a 12 cm. Essa etapa deve ser verificada com atenção, pois para o cálculo de resistência da laje, deve ser levado em consideração o peso do substrato saturado de água. De acordo com o Studio Cidade Jardim (201-), um substrato leve, quando saturado de água, deve apresentar densidade aproximada de 1 kg/m<sup>3</sup>. Além disso, considerando materiais carregados de água, uma camada de 5 cm de terra vermelha pesará 125

kg/m<sup>2</sup>, enquanto que, a mesma camada de composto orgânico incidirá em 50 kg/m<sup>2</sup> (FIGURA 22);

Figura 22 – Diferença de Pesos entre o Composto Orgânico e a Terra Vermelha, Ambos Saturados de Água



Fonte: STUDIO CIDADE JARDIM, 201-.

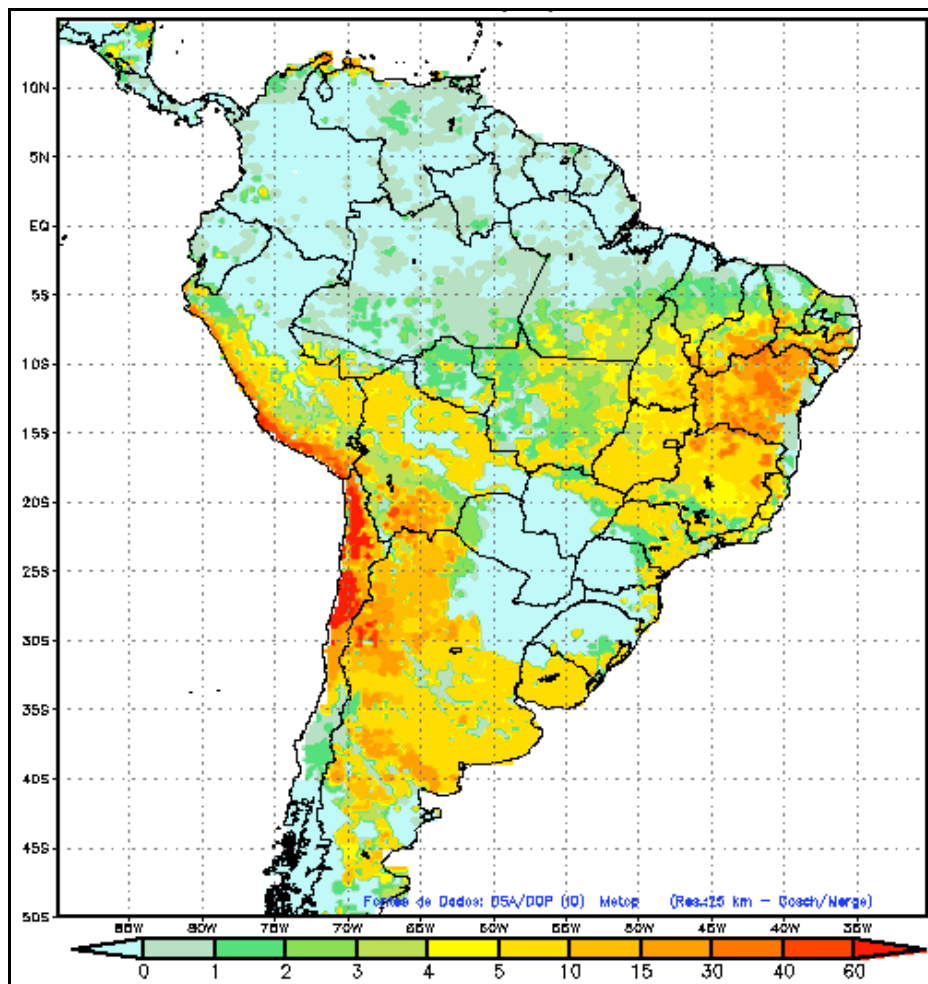
- e. Vegetação: A escolha da vegetação depende do tipo de sistema empregado, devendo ser levado em consideração: a espessura do substrato e sua capacidade de armazenamento de água; a inclinação do telhado, quanto maior a inclinação, menor o armazenamento de água; a exposição ao vento; orientação em relação ao sol e conseqüente necessidade de irrigação de acordo com o tipo de vegetação; e a precipitação pluviométrica local. Caso o objetivo do usuário seja o conforto térmico, tanto no inverno como no verão, deve-se eleger cobertura vegetal mais densa possível. (MINKE, 2004). O sistema intensivo ou semi-intensivo permite a utilização praticamente ilimitada de espécies vegetais, devendo-se levar em consideração, entretanto, as características climáticas e geográficas da região de implantação. Para tanto, de acordo com o Studio Cidade Jardim (201-), o segredo para o sucesso no cultivo de vegetação em telhados é a escolha apropriada das espécies, considerando as informações climáticas da região de implantação, preferência por espécies nativas e adequada relação de armazenamento de água *versus* sistema de drenagem. Neste sentido:

Lajes e telhados apresentam condições climáticas muito parecidas com as de regiões desérticas: são espaços áridos, com alta exposição à radiação e luz solar, ventos constantes, grande variação de temperatura ao longo do dia e, principalmente, expostos a grandes volumes de água durante eventos

de chuva, mas com baixíssima capacidade de retenção desta água. (STUDIO CIDADE JARDIM, 201-).

Com isso, a figura 23 apresenta o mapa de precipitação em grande parte da América Latina, destacando o número de dias sem chuva na região, o que possibilita a análise da estimativa da necessidade de irrigação para uma cobertura verde. Esclarecendo, as regiões em tom azul claro, são aquelas que apresentam maior índice pluviométrico e aquelas em tom vermelho, são as que ficam mais tempo sem chover, e a régua apresenta a variação de 0 a 60 dias.

Figura 23 – Mapa da Seca em Grande Parte da América Latina







Fonte: INPE, 2017.

Em virtude disso, pode-se fazer a avaliação das plantas que melhor se adaptam a cada região. O Studio Cidade Jardim (201-) relata a preferência pela utilização de plantas suculentas, pois, o fato delas armazenarem água nas folhas reduz a necessidade de irrigação. No entanto, ressalta que, mesmo espécies mais

resistentes, não sobrevivem a um período superior a 60 dias de estiagem. O quadro 1 apresenta exemplos de vegetação que já foram testadas pela instituição e apresentaram desempenho eficaz em coberturas verdes da região brasileira.

Quadro 1 – Tipos de Vegetação para Cobertura Verde no Brasil

	<b>Espécie</b>	<b>Altura</b>	<b>Hábito</b>	<b>Ciclo de Vida</b>	<b>Luz</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Resistência ao Vento</b>
	<i>Callisia repens</i> (Dinheiro em penca)	25 cm	Forração densa - invasora	Perene	Pleno sol a meia sombra	1 x semana	Pouca
	<i>Aptenia cordifolia</i> (Rosinha de sol)	10 cm	Forração densa alastraste pendente nas bordas	Perene	Pleno sol a meia sombra	1 x semana	Normal
	<i>Portulaca olearacea</i> (Onze horas)	40 cm	Forração densa	Bianual com auto sementeira	Pleno sol a meia sombra	1 x semana	Muita
	<i>Tradescantia zebrina</i> (Trapoeirabarroxa, Lambariroxo)	20 cm	Forração densa - invasora	Perene	Pleno sol (aspecto roxo) a meia sombra (roxopratedado)	1 x semana	Pouca

Fonte: Adaptação de STUDIO CIDADE JARDIM, 2011-.

É importante destacar ainda que, de acordo com Corsini (2011), para a implantação da tecnologia, deve-se levar em consideração, também, o ângulo de inclinação do telhado, que deve ser baixo ou nulo, além das técnicas que irão determinar o sistema de drenagem e a necessidade de barreiras para contenção do fluxo de água. Minke (2004) ressalta a inclinação ideal do telhado para a implantação da cobertura verde é de 5 a 40%.

Segundo Gatto (2012), espera-se que com a combinação das técnicas atuais utilizadas na construção civil aliadas às novas tecnologias, possa contribuir

consideravelmente para o conforto do usuário, reduzindo o consumo de água e energia. Ela aponta a necessidade de:

[...] procurar um entendimento quanto às soluções existentes, já encontradas, planificar um processo de atingir as metas ambicionadas, incorporar as inovações e resgatar antigos equacionamentos ainda não resolvidos de forma efetiva e satisfatória, é um caminho o qual devemos trilhar rapidamente. (GATTO, 2012, p. 20).

Enquanto tecnologia, a cobertura verde tem potencial de aplicação em edifícios já existentes e não apenas em novas construções. No entanto, para ambos os casos, deve-se levar em consideração as mesmas determinações, adotando-se os mesmos cuidados prévios e de manutenção.

Em resumo, o quadro 2, apresenta os tipos de coberturas verdes expondo, para cada caso, as necessidades de manutenção, irrigação, vegetação adequada, altura do sistema, peso suportado, custos e utilização.

Quadro 2 – Tipos de Coberturas Verdes

	<b>Extensivo</b>	<b>Semi-Intensivo</b>	<b>Intensivo</b>
<b>Manutenção</b>	Baixo	Periodicamente	Alto
<b>Irrigação</b>	Não	Periodicamente	Regularmente
<b>Comunidade de Plantas</b>	Musgos, sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos	Gramados, plantas perenes, arbustos e árvores
<b>Altura de Montagem do Sistema</b>	60 – 200 mm	120 – 250 mm	150 – 400 mm
<b>Peso</b>	60 – 150 kg/m <sup>2</sup>	120 – 200 kg/m <sup>2</sup>	180 – 500 kg/m <sup>2</sup>
<b>Custos</b>	Baixo	Médio	Alto
<b>Uso</b>	Camada de proteção ecológica	Telhado verde projetado	Parque jardim

Fonte: Adaptação de INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION, 201- – Tradução da autora.

## 5 BENEFÍCIOS E DESAFIOS

“Sei que é nos sonhos que os jardins existem, antes de existirem do lado de fora. Sozinhos, eles nada podem fazer. São como as canções, que nada são até que alguém as cante; como as sementes, dentro dos pacotinhos, à espera de alguém que as liberte e as plante na terra. Os sonhos viviam dentro de mim.”

(Rubem Alves)

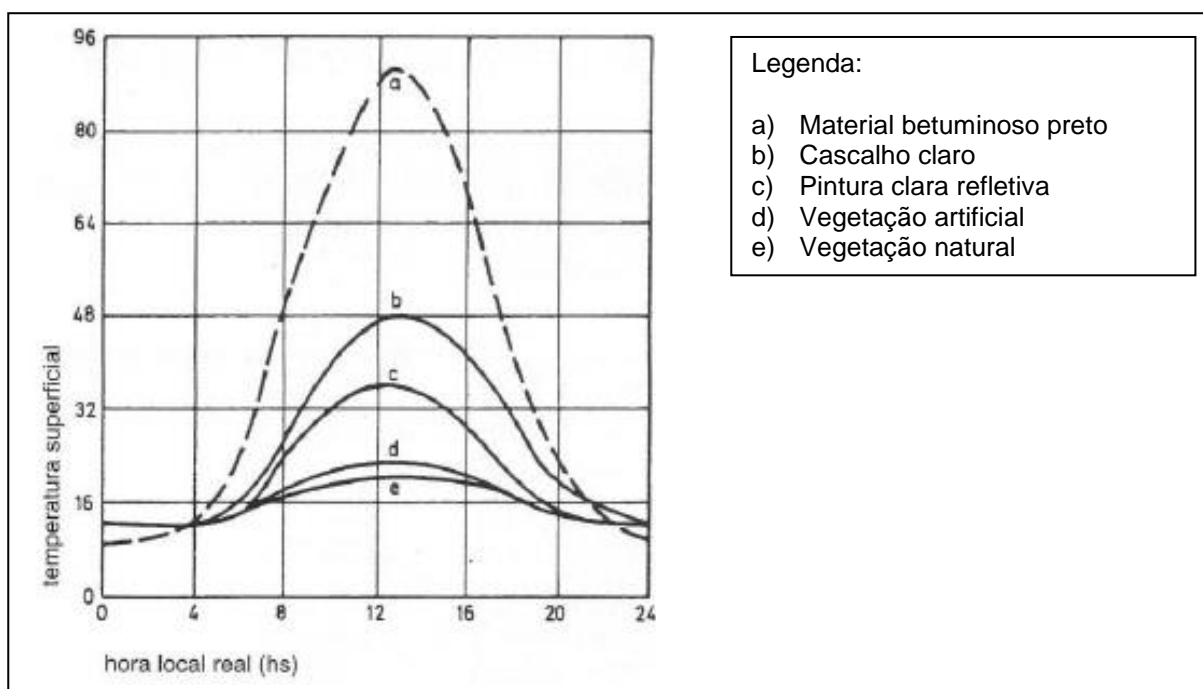
De acordo com as informações desenvolvidas na pesquisa, constatou-se que são inúmeras as vantagens das coberturas verdes. Entretanto, faz-se necessário o levantamento detalhado dos possíveis benefícios e desafios para implantação e manutenção da estrutura, visando à sustentabilidade. A seguir, serão apresentados os aspectos sociais, econômicos e ambientais das coberturas verdes. É importante ressaltar que, muitas vezes, eles se confundem entre si, mas, para efeito didático, buscou-se fazer a distinção:

### - Aspectos Sociais

- a) Estética: Trata-se de um aspecto subjetivo, entretanto, a beleza e as cores naturais das plantas podem trazer bem-estar social e psicológico. E, ainda, a vista para uma área verde pode prevenir o estado depressivo, além de aumentar o rendimento e estimular as pessoas cansadas e as estressadas. (MINKE, 2004);
- b) Isolamento térmico e acústico: Ainda, de acordo com o autor, devido às diversas camadas utilizadas para implantação das coberturas verdes, como: impermeabilização, anti-raiz, substrato e vegetação, o sistema cria barreiras térmicas e acústicas que acabam reduzindo a entrada de energia e sons externos para o interior do edifício. A figura 24 apresenta diversos índices de temperaturas medidas em dias ensolarados de verão, mostrando as diferenças para determinados tipos de coberturas planas. O gráfico mostra que, dentre os

diversos materiais experimentados, a vegetação natural é a que mantém maior índice de uniformidade da temperatura ao longo do dia. Conservando a temperatura superficial mais amena;

Figura 24 – Temperaturas Medidas ao Longo do Tempo em Diferentes Superfícies de Telhados Planos

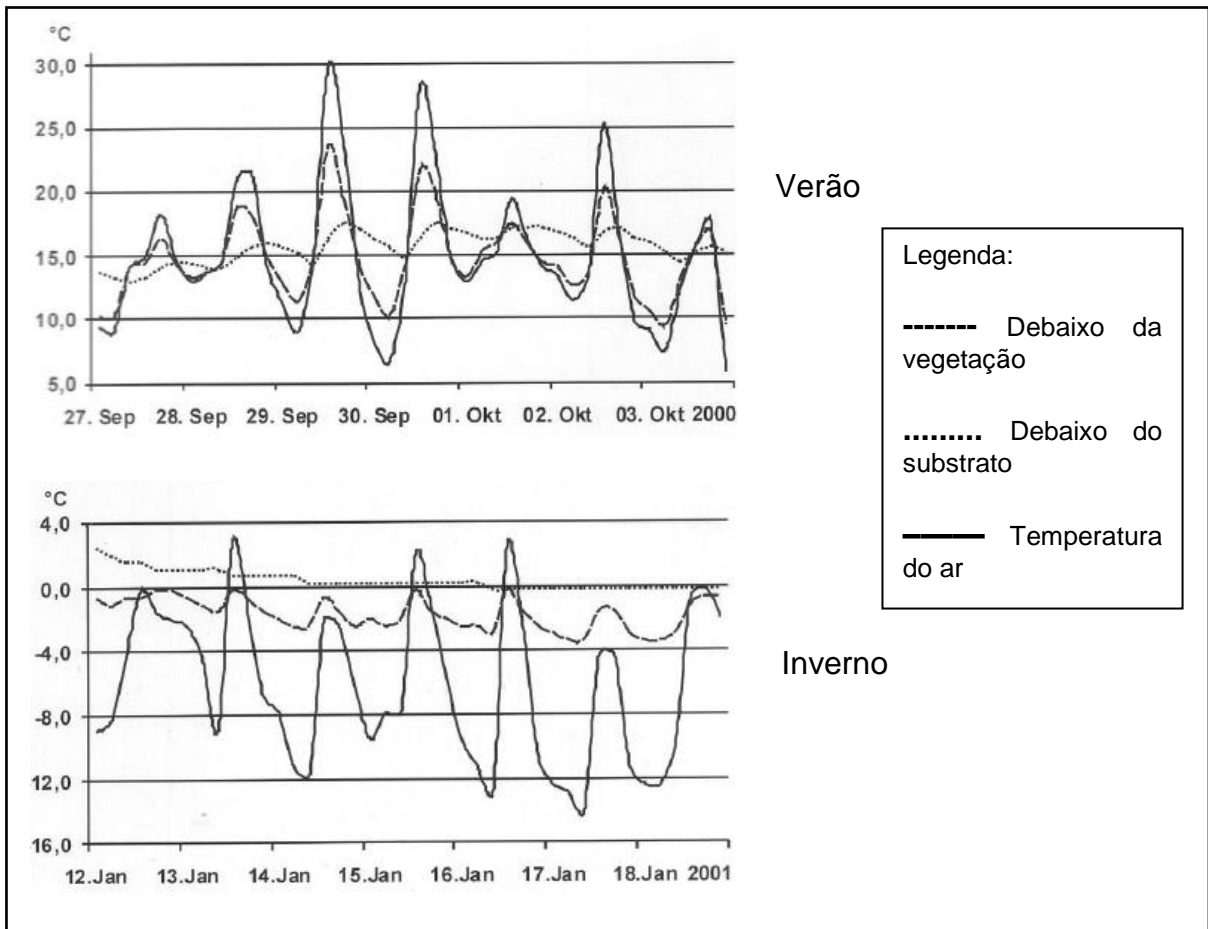


Fonte: Adaptação de GERTIS; WOLFSEHER, 1977 *apud* MINKE, 2004 – Tradução da autora.

c) Regulação da temperatura: De acordo com Minke (2004), uma cobertura verde reduz, consideravelmente, o superaquecimento da estrutura. Isso, devido às características de fotossíntese das plantas (captura  $\text{CO}_2$  e produz oxigênio ( $\text{O}_2$ )) e da sua capacidade de evapotranspiração (absorve água pela raiz e impele vapor na atmosfera). Um experimento realizado na cidade de Kassel, Alemanha, aponta a diferença térmica de uma cobertura verde de 16 cm de substrato, verificando seu comportamento tanto no verão quanto no inverno. A medição foi realizada ao meio dia, sendo uma semana em cada estação do ano. O teste confirmou seu desempenho, produzindo efeito de resfriamento no período quente e de isolamento térmico no frio (FIGURA 25);



Figura 25 – Temperaturas de uma Cobertura Verde Medidas no Verão e no Inverno



Fonte: Adaptação de MINKE, 2004 – Tradução da autora.

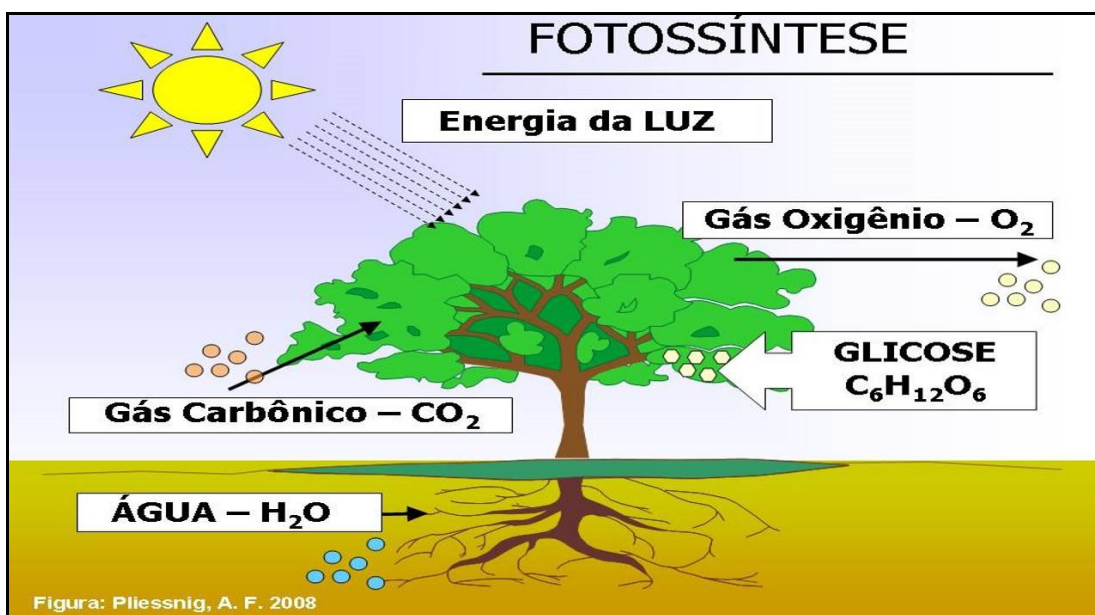
d) Melhoria da qualidade de vida: Estudos realizados durante cinco anos com 3.144 pessoas na cidade de Tóquio, Japão, apontaram que a presença de vegetação influenciou positivamente na longevidade de idosos urbanos (TAKANO; NAKAMURA; WATANABE, 2002). Além disso, Nicodemo e Primavesi (2009) citam que a presença de áreas verdes em limites urbanos pode colaborar para a redução da fadiga mental, estresse, violência, além de estimular a adoção de atividades físicas.

- Aspectos Ambientais

a) Melhoria da qualidade do ar: De acordo com Minke (2004) a vegetação tem o poder de reduzir as variações de umidade e retirar do ar poeiras e partículas em suspensão;

- b) Redução da velocidade de escoamento da água pluvial: De acordo com Dürr (1995) *apud* Minke (2004), uma cobertura verde com 20 cm de substrato em conjunto com argila expandida pode armazenar 90 l/m<sup>2</sup> de água. Evita-se, assim, a sobrecarga dos sistemas de drenagem da água de chuva nas áreas urbanas, normalmente demasiadamente impermeabilizadas, reduzindo a probabilidade de enchentes nessas regiões;
- c) Melhoria da qualidade da água pluvial: As camadas da cobertura verde contribuem para filtrar a água pluvial, retirando poluentes de escoamento (ROLA, 2008);
- d) Produção de O<sub>2</sub> e captura do CO<sub>2</sub>: Como todas as plantas, a vegetação sobre as coberturas verdes, por meio do processo de fotossíntese, captura o CO<sub>2</sub> do ar e libera O<sub>2</sub> (FIGURA 26). Por isso, contribui, até mesmo, na redução da emissão dos gases de efeito estufa. (ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014);

Figura 26 – Esquema de Fotossíntese das Plantas



Fonte: PLIESSNG, 2009.

- e) Reforço do ecossistema: De acordo com Rocha (2015), as coberturas verdes têm contribuído consideravelmente para o retorno da biodiversidade aos centros urbanos, podendo colaborar, até mesmo, no controle de pragas urbanas;

- f) Proteção contra incêndios: As coberturas verdes são ideais para prevenir incêndios, uma vez que, os materiais que as compõem são considerados incombustíveis. (MINKE, 2004).

- Aspectos Econômicos

- a) Análise de carga: Como qualquer estrutura a ser construída, antes da implantação da cobertura verde, deve ser analisada a carga estrutural suportada pelo edifício. Nesse caso, além do peso próprio da estrutura da laje, devem ser verificadas, também, as cargas permanentes dos mecanismos adicionais do telhado, da vegetação sobre a influência de ventos e do substrato, que deve ser analisado saturado de água. Além disso, deve ser verificada a utilização do espaço. Em todos os casos, para efeitos de cálculo, deve ser levado em consideração aquele com maior potencial de impacto. Para coberturas verdes com 10 cm de camada de substrato saturado, deve-se levar em consideração a carga de 1,0 kN/m<sup>2</sup> (MINKE, 2004; STUDIO CIDADE JARDIM, 201-);
- b) Necessidade de manutenção regular: Constituindo-se de organismos vivos, a cobertura verde requer conservação planejada e sistemática, o que poderá elevar os custos. Para tanto, a manutenção irá depender, também, do sistema implantado e das espécies escolhidas. (ROLA, 2008);
- c) Redução do consumo de energia elétrica: De acordo com o Studio Cidade Jardim:

[...] uma laje diretamente exposta ao sol pode atingir temperaturas maiores que 70°C nos horários mais quentes do dia, enquanto que a noite essa temperatura pode baixar para menos de 15°C. Já uma laje protegida com telhados verdes reduz a amplitude dessa variação térmica, que oscila em torno de 25° e 30°C. (201-).

Indicando, portanto, que as coberturas verdes têm potencial de promover a redução do consumo de energia elétrica. Isso, devido à suas diversas camadas protegerem a estrutura da incidência direta do sol e armazenarem calor. Assim, conseqüentemente, irá reduzir a utilização de mecanismos para aquecimento e refrigeração, pois, quanto mais defesas térmicas forem incluídas nas edificações, menor será o gasto com energia elétrica. Dependendo do tipo de

estrutura e em função do clima local, posicionamento e tipo de construção, as coberturas verdes poderão contribuir entre 18% a 73% na redução da demanda de energia elétrica. (STUDIO CIDADE JARDIM, 201-);

- d) Aumento do custo de implantação: Os custos de implantação de uma cobertura verde podem variar em até 80%, pois, depende do tipo de estrutura utilizada, local de implantação, desenho e inclinação do telhado, topografia do terreno e utilização do espaço. (MINKE, 2004). Segundo LIPTAN e STRECKER (2003), para coberturas verdes, a variação está entre U\$53,82 e 129,17/m<sup>2</sup> para novas construções e U\$75,35 e 215,28/m<sup>2</sup> para reformas. Entretanto, ele aponta que a diferença para telhados convencionais está entre U\$21,53 e 107,64/m<sup>2</sup> para edificação nova e U\$43,06 e 61,46/m<sup>2</sup> para *retrofit*. Eles ainda complementam que esses custos podem ser compensados devido à economia de energia, valorização do imóvel e durabilidade da estrutura da cobertura verde, em comparação aos sistemas convencionais. Em pesquisa realizada junto a empresas especializadas no Brasil, em 2017, o custo médio para implantação de cobertura verde varia entre R\$190 e 260/m<sup>2</sup>, incluindo material e mão de obra. De acordo com Savi (2012) para os telhados convencionais, essa variação está, aproximadamente, entre R\$195 e 250/m<sup>2</sup>;
- e) Aumento da vida útil do telhado: Segundo o Studio Cidade Jardim (201-), as coberturas verdes contribuem para a equalização da temperatura ao longo do dia sobre a cobertura, reduzindo o desgaste da estrutura e a consequente formação de patologias devido à expansão e contração térmica. Além disso, a vegetação protege a estrutura do telhado quanto às intempéries;
- f) Possibilidade de geração de emprego e renda: Por meio do cultivo de espécies ornamentais e comestíveis, tem-se a possibilidade de geração de empregos e renda. De acordo com pesquisa realizada pela consultoria Ernst & Young, uma das profissões do futuro são os fazendeiros urbanos, devido à conscientização das pessoas, que estão em busca de alimentação orgânica e saudável. (DINIZ; VANINI, 2016).

O quadro 3 apresenta um estudo realizado na cidade de Portland, EUA, visando incentivar a utilização de coberturas verdes. Nele, são apresentadas algumas das diversas características sustentáveis das coberturas verdes, em comparação às estruturas convencionais.

Quadro 3 – Comparação das Coberturas Verdes *Versus* a Convencional

Assunto	Cobertura Verde	Cobertura Convencional
Retenção de volume da água pluvial	10-35% durante a estação chuvosa, 65-100% durante a estação seca	Nenhuma
Mitigação da vazão de pico das chuvas	Redução dos picos de escoamento em chuvas intensas	Nenhuma
Mitigação da temperatura	Chuvas intensas	Nenhuma
Melhoria da qualidade da água pluvial	Mantém a deposição atmosférica e retarda a degradação do material do telhado, volumes reduzidos, reduzem as cargas poluentes	Não
Qualidade do ar	Filtra o ar, evita aumentos de temperatura, armazena o carbono	Nenhuma
Conservação de energia	Isolamento de edifícios, redução de impactos das Ilhas de Calor Urbano	Nenhuma
Vegetação	Permite a evapotranspiração sazonal; proporciona a fotossíntese, o O <sub>2</sub> e o balanço de carbono e hídrico	Nenhuma
Área verde	Substitui o espaço verde perdido pela pegada do edifício, embora não equivale a uma floresta	Nenhuma
Redução da taxa de drenagem urbana	Pode chegar até 45%	Nenhuma
Aprovado como gerenciamento das águas pluviais	Para todos os requisitos atuais da cidade	Não
Habitat	Para insetos e pássaros	Nenhum
Habitabilidade	Amortece ruído, elimina brilho intenso, estética alternativa, oferece recreação passiva	Nenhuma
Custos	Variação de U\$53,82-129,17/m <sup>2</sup> para nova construção e U\$75,35-215,28/m <sup>2</sup> para reformas	U\$21,53-107,64/m <sup>2</sup> para nova construção e U\$43,06-61,46/m <sup>2</sup> para reformas
Compensação de custos	Redução das instalações de águas pluviais, economia de energia, maior valor de aluguel e da propriedade, redução da necessidade de materiais para isolamento, redução de resíduos em aterros, criação de empregos e indústrias	Nenhum
Durabilidade	A membrana impermeável protegida da exposição solar e da temperatura dura mais de 36 anos, membrana protegida contra danos pessoais e de operação e manutenção.	Pouca proteção, exposição aos elementos, dura menos de 20 anos

Fonte: Adaptação de LIPTAN e STRECKER, 2003. Tradução da autora.

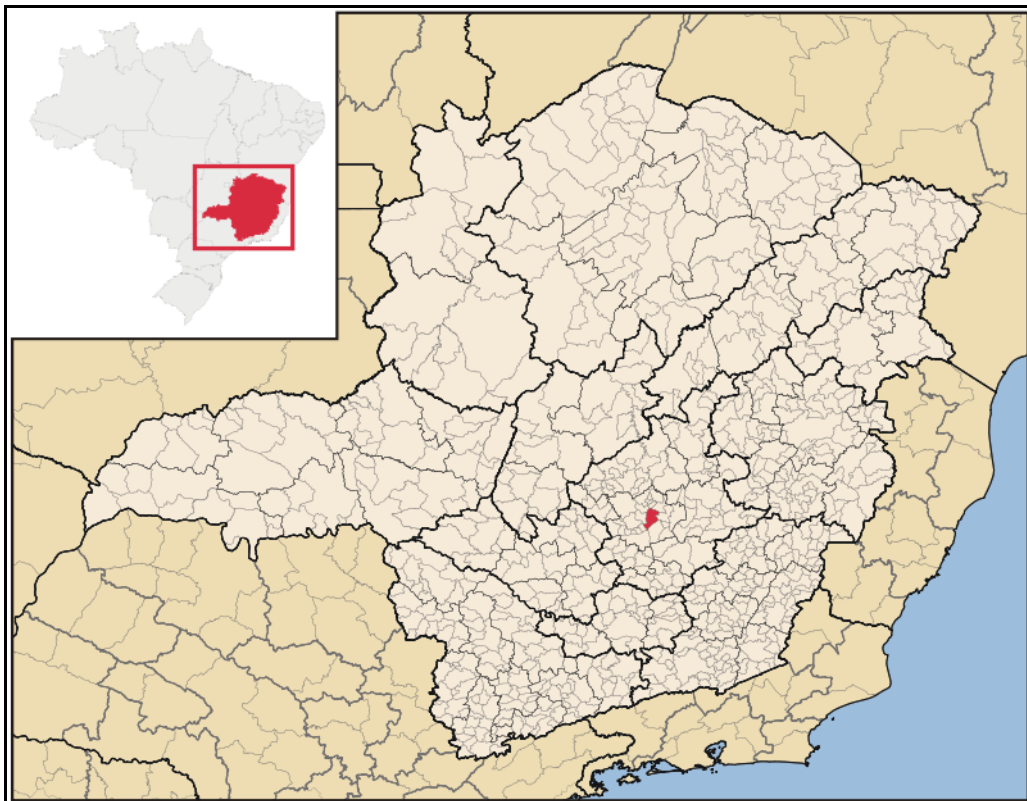
## 6 FAZENDA URBANA EM BELO HORIZONTE

“Queria o jardim dos meus sonhos, aquele que existia dentro de mim como saudade. O que eu buscava não era a estética dos espaços de fora; era a poética dos espaços de dentro. Eu queria fazer ressuscitar o encanto de jardins passados, de felicidades perdidas, de alegrias já idas. Em busca do tempo perdido...”

(Rubem Alves)

O presente estudo de caso foi realizado junto à primeira fazenda urbana da América Latina e a nona do mundo do tipo comercial, construída no terraço de um *shopping center* de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (FIGURA 27).

Figura 27 – Localização do Município de Belo Horizonte em Relação ao Estado de Minas Gerais e ao Brasil



Fonte: WIKIPEDIA, 2017.

Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016) a unidade territorial da capital mineira conta, atualmente, com área aproximada de 331 km<sup>2</sup> e população estimada em 2,5 milhões de pessoas. De acordo com a Universidade Federal de Goiás (UFG, 201-) e com a classificação climática de Köppen-Geiger, ela possui clima tropical com estação seca de inverno (Aw) e subtropical/tropical de altitude (Cwa). E, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 200-) tem temperatura média anual de 18 a 23 °C.

Inaugurada em 12 de dezembro de 1897, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte lançou, em comemoração aos 100 anos da cidade, publicação que resgata seu histórico de desenvolvimento. A história mostra que, apesar de ter sido planejada, a cidade sofreu inesperado crescimento populacional e avanço da industrialização, que pode ser apresentado de forma sucinta:

[...] O crescimento econômico transformou o perfil de Belo Horizonte na década de 60. Sem respeito pela memória da cidade, o progresso avançou sobre suas ruas, demolindo casas, erguendo arranha-céus, derrubando árvores, cobrindo tudo de asfalto. Já não era possível reconhecer a "Cidade-Jardim" que tanto encantara os poetas; a cidade verde tinha ficado no passado. Era preciso desafogar o trânsito e as avenidas rasgavam cada vez mais o tecido da cidade. [...] Se os espaços verdes desapareciam, se a beleza das antigas construções era transformada em pó, em seu lugar surgiam edifícios modernos, novas e novas indústrias. [...] Na década de 70, a cidade era o próprio retrato do caos. [...] A chegada dos anos 80 marcou o início de uma mudança nas relações do belo-horizontino com sua cidade. O crescimento desordenado e os problemas de perda de importantes marcos da história de Belo Horizonte, a degradação ambiental e as desigualdades sociais, foram pouco a pouco, tornando-se algumas das maiores preocupações dos cidadãos. A consciência de que é preciso cuidar da cidade, ao mesmo tempo permitindo seu desenvolvimento e garantindo a qualidade de vida de seus habitantes, difundiu-se cada vez mais entre a população. (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2004).

Apesar disso, Belo Horizonte é considerada uma capital arborizada, de acordo com o inventário das árvores que vem sendo realizado na cidade, são mais de 485 mil exemplares contabilizados (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2015). Ainda assim, o patrimônio ambiental mais antigo da cidade, o Parque Municipal Américo Renné Gianetti, localizado na região central de Belo Horizonte, vem sofrendo constante enriquecimento ecológico, com novas espécies da fauna e flora (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2014). E, ainda, um plano diretor de longo prazo foi elaborado visando recuperar e modernizar o projeto original do Parque Municipal, por meio da utilização de políticas de sustentabilidade,

comprometida com as mudanças climáticas e visando introduzir o conceito de infraestrutura verde (TERYSOS, 2016). A figura 28 apresenta o projeto original do Parque, datado de 1897, o projeto atual, considerando o ano de 2015 e aquele demonstrando a implantação do plano diretor em longo prazo, planejado para conclusão em 2050.

Figura 28 – Plano Diretor do Parque Municipal Américo Renné Gianetti

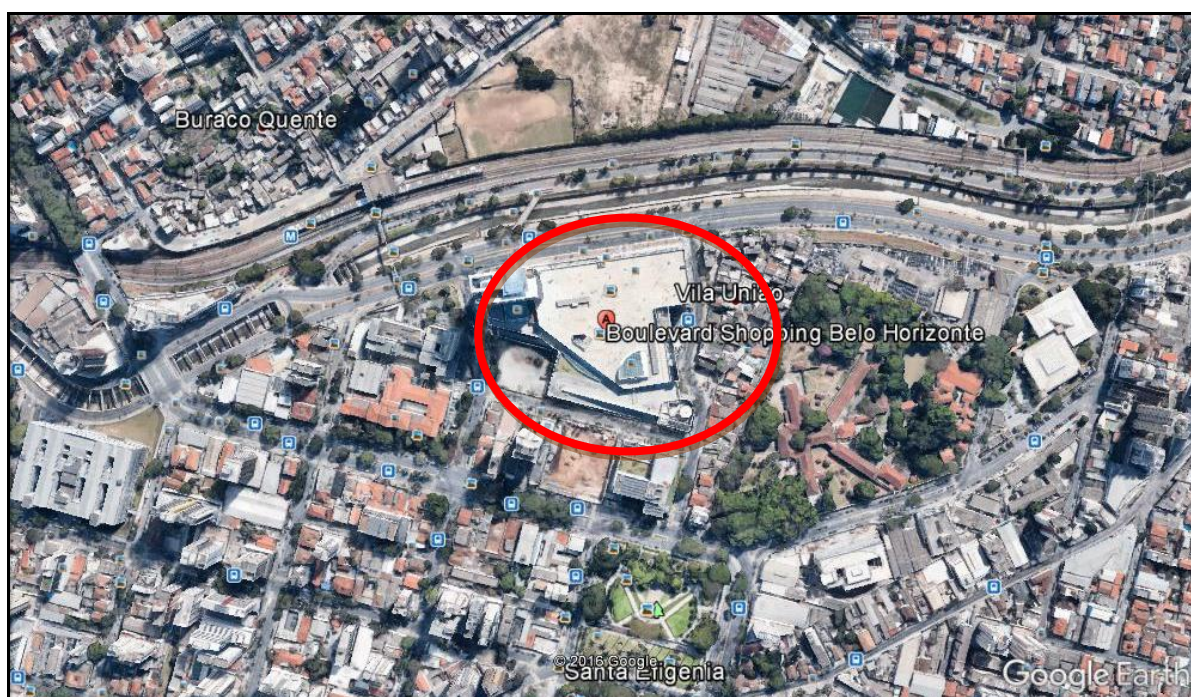


Fonte: TERYSOS, 2016.



Em 26 de outubro de 2010, foi inaugurado na capital mineira, o Boulevard Shopping, localizado na região Leste da cidade, figura 29. A figura 30 apresenta o estabelecimento de oito pisos, incluindo cinco de estacionamento, tem o total de 156 mil m<sup>2</sup> de área construída, gera em torno de 3.500 empregos diretos e tem fluxo estimado de 15 milhões de consumidores ao ano. Anexo ao shopping, também foi construída uma torre comercial. (BOULEVARD SHOPPING, 201-).

Figura 29 – Localização do Boulevard Shopping em Belo Horizonte



Fonte: Adaptação de GOOGLE EARTH, 2016.

Figura 30 – Imagem do Boulevard Shopping



Fonte: BOULEVARD SHOPPING, 201-.

A Fazenda Urbana BeGreen Boulevard, objeto deste estudo de caso, foi implantada no terraço do Piso 2 do Boulevard Shopping (FIGURA 31).

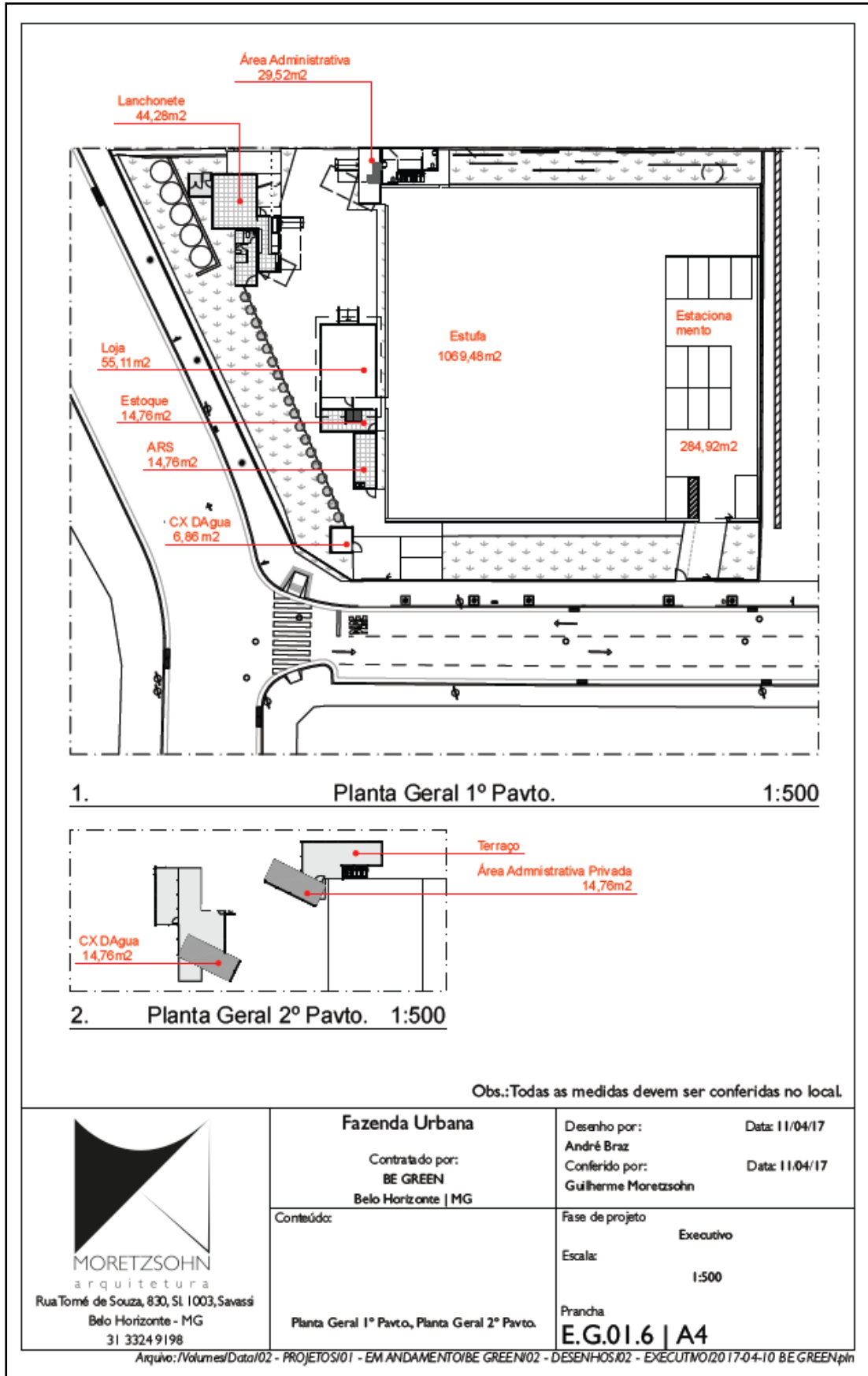
Figura 31 – Planta Baixa do Piso de Implantação da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard



Fonte: BOULEVARD SHOPPING, 201-.

Inaugurado no dia 11 de maio de 2017, o local destinado ao cultivo de hortaliças conta, também, com espaço de convivência, loja, escritórios e restaurante, conforme pode ser verificado na planta geral da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard (FIGURA 32).

Figura 32 – Planta Geral da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard



Fonte: BeGreen, 2017.

Com algumas unidades no mundo, o conceito de fazenda urbana comercial ainda é pouco difundido no Brasil, mas, basicamente, trata-se de uma área dentro da cidade destinada à produção de alimentos, reduzindo custos logísticos, diminuindo o desperdício e oferecendo produtos mais frescos e saudáveis. (MINAS INOVA, 2015).

A Fazenda Urbana BeGreen Boulevard, figura 33, foi idealizada e executada pelos empreendedores e sócios Giuliano Bittencourt e Pedro Graziano. *Startup*<sup>7</sup> brasileira, a BeGreen nasceu em 2014 na cidade de Betim, região metropolitana de Belo Horizonte, visando produzir alimentos livres de agrotóxicos, conscientizar as pessoas e distribuir os produtos diretamente ao consumidor.

Figura 33 – Fazenda Urbana BeGreen Boulevard



Fonte: Foto da autora, 2017.

Em entrevista presencial realizada no dia 12 de maio de 2017, Graziano informou que os sócios estavam incomodados com os impactos causados pela distância entre o produtor e o consumidor e que, por isso, tiveram a ideia inicial de implantar o projeto no telhado de um prédio. Mas, de acordo com ele, devido às dificuldades logísticas, burocracias da legislação brasileira, assim como a inexistência de leis que regulamentam o cultivo de horta em coberturas no Brasil, o plano acabou se concretizando no terraço de um *shopping*. Ainda de acordo com ele, existem

---

<sup>7</sup> *Startups* são novas empresas que buscam explorar atividades inovadoras no mercado.

diversas interpretações quanto ao conceito da Fazenda Urbana, sendo algumas errôneas.

Questionado a respeito do significado da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard, Graziano citou que é um movimento para reconectar as pessoas com seus alimentos e com a origem deles, por meio de uma experiência integrada. Ele ainda completa que a motivação surgiu das experiências negativas devido aos altos custos com logística, contaminação e dificuldade em relação à mão de obra. Além disso, segundo ele, a cadeia de hortifrúti está acabando no Brasil, pois os jovens não têm interesse em trabalhar no campo. Complementando a informação, a figura 34 apresenta os dados de uma pesquisa realizada pela Associação Mineira de Supermercados (AMIS), BeGreen e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), mostrando o ciclo do desperdício de Hortaliças no Brasil (O TEMPO, 2017).

Figura 34 – Ciclo do Desperdício de Hortaliças no Brasil



Fonte: O TEMPO, 2017.

A Fazenda Urbana BeGreen Boulevard produz, atualmente, hortaliças, temperos e ervas e, segundo o empresário, pretende-se expandir a produção para frutas, raízes

e tubérculos. Além disso, a meta da *startup* é impactar positivamente 1 milhão de pessoas ao ano, por meio de ações que visam a conscientização e a produção sustentável. E, posteriormente, expandir o projeto a nível global. Tendo em vista o sucesso na implantação do projeto, foram estabelecidas algumas etapas essenciais como, a definição do modelo de negócio, a identificação do escopo, a execução do projeto arquitetônico e de negócios, a verificação da viabilidade econômica, seguida da captação de recursos e investimentos.

Acima de tudo, a Fazenda Urbana BeGreen Boulevard foi desenvolvida buscando atender às premissas da sustentabilidade. Logo na entrada, o espaço de convivência foi instalado sobre piso de bloco intertravado, fabricado por meio da reutilização de rejeitos arenosos da mineração. Esse resíduo também foi utilizado para a coloração dos plásticos, também reutilizados, que deram origem aos bancos, mesas e cadeiras dispostos na área externa. Os escritórios ficam em contêineres reformados e reutilizados de outras atividades. Os resíduos gerados na unidade são encaminhados para reciclagem. A água pluvial que precipita sobre a estufa é direcionada ao sistema de filtragem para eliminação de impurezas e reutilizada na limpeza das áreas externas, descarga do vasos sanitários e irrigação do jardim.

Além disso, a Fazenda produz sua própria energia elétrica, com a utilização do poste fotovoltaico, onde, visando seu máximo desempenho, associa as tecnologias eólica e solar em um único produto. O sistema de micro geração de energia, com bateria integrada, possui turbinas eólicas e células fotovoltaicas, que capturam o vento e o sol de qualquer direção. Além da produção de energia por meio de fontes renováveis, o sistema também funciona como distribuição de *wi-fi*, o que o torna ideal para espaços públicos. A tecnologia foi desenvolvida por uma *startup* portuguesa chamada Omniflow e implantada na Fazenda Urbana BeGreen Boulevard pela empresa brasileira Emap Solar. (OMNIFLOW, 201-; EMAP SOLAR, 201-).

As figuras 35 e 36 trazem imagens revelando, respectivamente, o piso e as cadeiras oriundos de materiais de reutilização, o container escritório em balanço e, sob ele, a entrada para a área das estufas, assim como o sistema de captação da água pluvial e o poste fotovoltaico.

Figura 35 – Materiais de Reutilização, Escritório e Entrada da Estufa, respectivamente



Fonte: Fotos da autora, 2017.

Figura 36 – Captação da Água Pluvial e Poste Fotovoltaico, respectivamente



Fonte: Fotos da autora, 2017.

Com isso, a Fazenda Urbana BeGreen Boulevard ocupa área de 3.000 m<sup>2</sup> e tem capacidade de produção mensal de aproximadamente 45.000 unidades da hortaliça alface *baby* (*Lactuca sativa*) além de temperos e ervas, como rúcula (*Eruca sativa*), agrião (*Nasturtium officinale*), salsinha (*Petroselinum crispum*), entre outros. Para

garantir sucesso na produção, foi construída uma estufa de 1.500 m<sup>2</sup> que tem o objetivo de condicionar o calor do sol, mantendo a temperatura interna controlada e protegendo a plantação contra ameaças externas, como insetos e outras pragas.

O processo de produção se inicia por meio do cultivo da espécie no chamado ninho de sementes, desenvolvido pela BeGreen. As sementes são inseridas em espumas biológicas e dispostas em bandejas na vertical, onde ficam por 30 dias até a germinação. Em seguida, os indivíduos são transplantados para as canaletas do aparelho hidropônico, onde são irrigados por meio de tubulação interligada ao sistema, também por 30 dias, quando estarão prontos para consumo. Visando controlar as pragas e as doenças e as variáveis climáticas como temperatura, radiação, vento e umidade, essa área fica coberta e totalmente vedada em estufa climatizada. A figura 37 apresenta um mosaico de imagens retratando, respectivamente, a entrada da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard, o ninho de sementes, as hortaliças em produção e o produto embalado para comercialização.

Figura 37: Imagens da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard







Fonte: Fotos da autora, 2017.

Especialmente desenvolvida para aplicação agrícola, a cobertura solar da estufa é fabricada em polietileno com multicamadas e filmes de envoltórias difusoras transparentes, que reduz a penetração da radiação Ultravioleta (UV). De acordo com o fabricante, empresa israelense especializada na produção de malhas de proteção e sombreamento para agricultura, GINEGAR POLYSACK (201-), a tecnologia registrada como SUNCOVER AV BLUE® tem a capacidade de selecionar comprimentos de onda favoráveis para as plantas, chamada Radiação Fotossintética Ativa (PAR). Ela é capaz de converter faixas de luz , normalmente pouco utilizadas pela vegetação durante a fotossíntese, em comprimentos de onda mais efetivas. Com isso, de acordo com testes em laboratório realizados e divulgados pelo fabricante, como resultado, as plantas se desenvolvem mais, melhorando a produtividade. Além disso, o filme reduz consideravelmente a temperatura interna da estufa. E, ainda, o produto possui propriedades especiais relacionadas à cor (azul), que o torna eficiente no controle de vírus e insetos. (FIGURA 38).

Figura 38 – Cobertura da Estufa



Fonte: Foto da autora, 2017.

A climatização da estufa é realizada por meio de murais de umectação e exaustores, tecnologia conhecida como painel evaporativo (FIGURA 39). Seu funcionamento é ativado quando recebe água em sua parte superior e acionados os exaustores localizados na extremidade oposta do espaço. Isso cria uma pressão negativa no local, já que, quando o ar externo penetra no ambiente, vai de encontro ao painel, transportando a água que flui da superfície superior do mural, transformando-a do estado líquido para o gasoso, e conseqüentemente, resfriando o ambiente.

Figura 39 – Painel Evaporativo



Fonte: Fotos da autora, 2017.

A estufa ainda conta com sensores para monitoramento automatizado. Os dados identificados pela rede de sensores são enviados à central de computadores, que regula a temperatura, luminosidade e potencial Hidrogeniônico (pH), mantendo os padrões ideais para o desenvolvimento adequado dos produtos, reduzindo as perdas na produção e o desperdício de energia elétrica.

A criação dos peixes da espécie Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é feita em tanques específicos, onde recebem ração especial, visando sua nutrição adequada. O líquido contendo a excreta da ictiofauna passa por sequência de biofiltros, sendo recirculado por bombeamento. Assim, essa água nutrida é transportada via tubulação conectada às calhas do sistema hidropônico, quando é liberada diretamente na raiz das plantas, sem a necessidade de utilização de substrato. Com isso, as hortaliças recebem os nutrientes de forma orgânica e balanceada (FIGURA 40).

Figura 40 – Tanques para Criação de Peixes

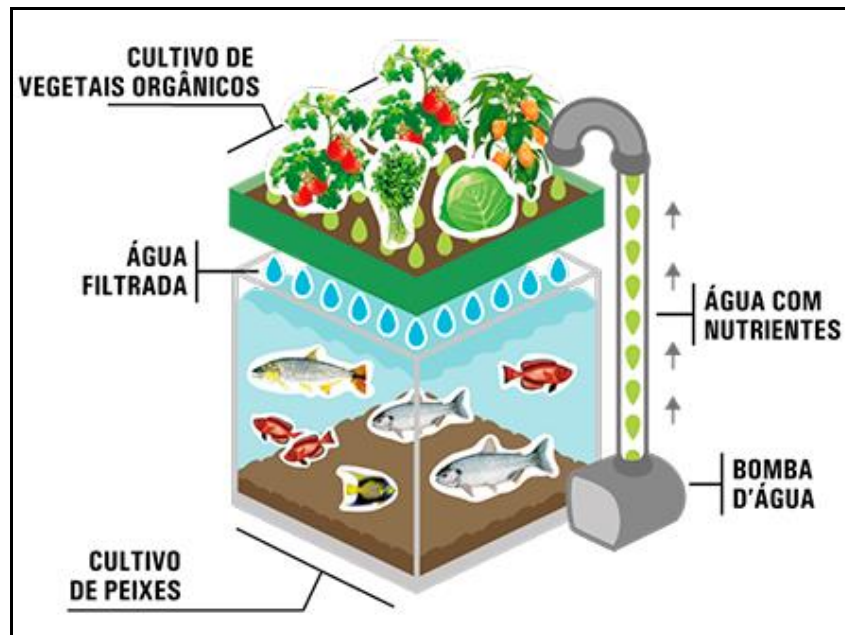


Fonte: Foto da autora, 2017.

Quanto à técnica empregada no cultivo dos alimentos, conhecida como aquaponia, é utilizada em diversas partes do mundo. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2015), trata-se da criação de peixes associada à produção de hortaliças, podendo economizar até 90% de água, comparando-se à agricultura convencional (FIGURA 41). Além disso, por ser um sistema fechado, elimina completamente a liberação de efluentes no meio ambiente.

O termo aquaponia é derivado da combinação das palavras "aquicultura" (produção de organismos aquáticos) e "hidroponia" (produção de plantas sem solo). Ela é composta por um tanque no qual são produzidos os peixes. Alimentados por ração, eles liberam dejetos ricos em nutrientes que, por sua vez, bombeados para uma parte superior, nutrem os vegetais. As raízes, ao retirar os nutrientes, purificam a água que retorna por gravidade para o local onde são produzidos os peixes. (EMBRAPA, 2015)

Figura 41 – Esquema Demonstrando a Aquaponia



Fonte: EMBRAPA, 2015.

Prevista para a ampliação do projeto, quando também ocorrerá o cultivo de frutos, raízes, tubérculos e legumes, a próxima etapa incluirá a compostagem do resíduo orgânico proveniente dos restaurantes do *shopping*. Nesse momento, o composto será irrigado em substrato para a nutrição das plantas, também por meio do sistema aquapônico. De acordo com Graziano, os peixes criados nesse processo serão doados ou utilizados em ações internas da Fazenda.

Nesse projeto inovador, que visa aproximar a plantação do seu consumidor final, toda a produção é consumida no local, parte comercializada no mercado agroecológico Casa Horta, que também disponibiliza espaço para pequenos produtores locais. A outra parte é utilizada no restaurante Casa Amora, com o conceito *farm to table*, ou melhor, da fazenda à mesa. Ambos localizados nas dependências da Fazenda (FIGURA 42).

Figura 42 – Mercado Casa Horta e Restaurante Casa Amora, respectivamente

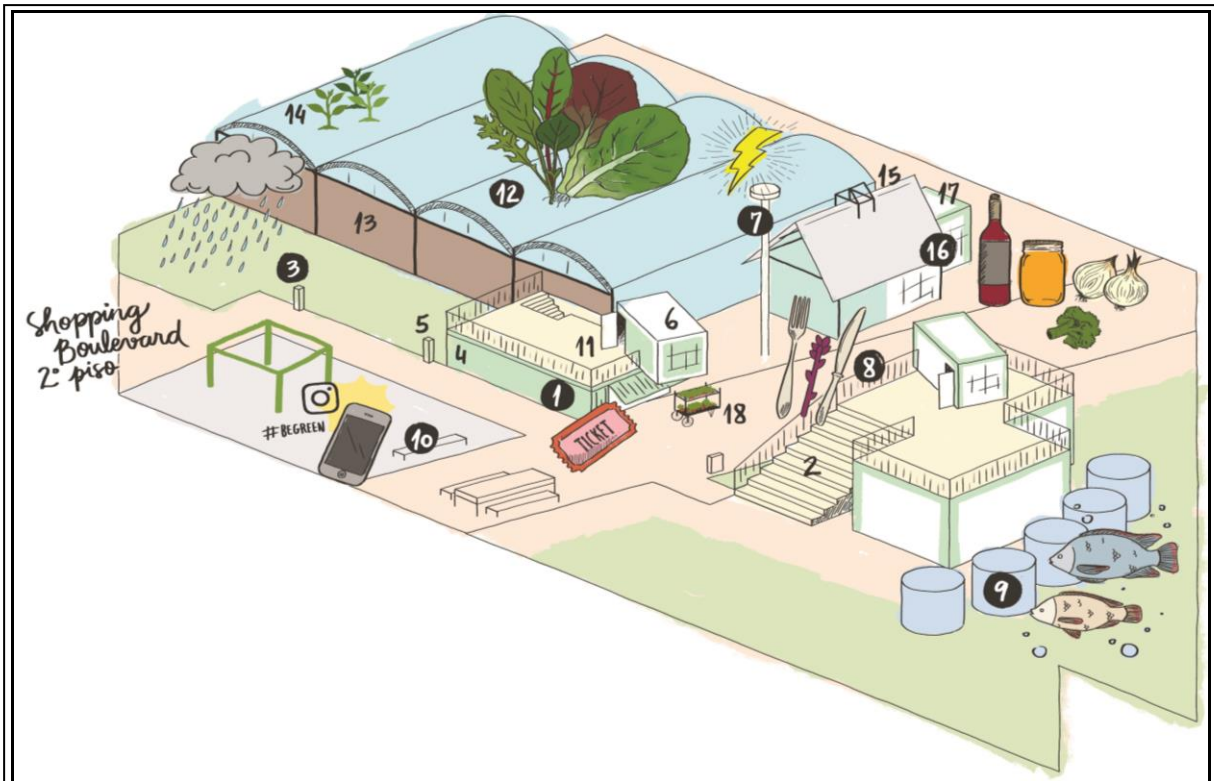


Fonte: Foto da autora, 2017.

O conceito de Fazenda Urbana no modelo da BeGreen Boulevard foi apresentado ao Brasil nas Olimpíadas e Paralimpíadas Rio 2016. Fundada na Suíça em 2012, a Urban Farmers, expôs o protótipo no Baixo Suíça, Casa do Governo suíço montada na Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. A tecnologia apresentou uma pequena produção urbana de alimentos preparada em container marítimo, com estufa acoplada e sistema de aquaponia interligado. (COSTA, 2016).

Logo, a missão da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard é produzir alimentos saudáveis, reduzindo o desperdício e a poluição ambiental, gerando emprego e renda e melhorando a qualidade de vida das pessoas. Tudo isso, buscando reconectar o ser humano ao ambiente campestre e reaproximando-o do alimento (FIGURA 43).

Figura 43 – Roteiro da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard



Legenda:

- 1) Bilheteria/Loja
- 2) Arquibancada
- 3) Captação de água pluvial
- 4) Área de vivência
- 5) Materiais reutilizados
- 6) Contêineres
- 7) Poste fotovoltaico
- 8) Casa Amora
- 9) Tanque de Aquaponia
- 10) Espaço para fotos
- 11) Higienização e guarda-volumes
- 12) Estufas
- 13) Painel evaporativo
- 14) Área de germinação
- 15) Saída das estufas
- 16) Casa Horta
- 17) Laboratório
- 18) Área de vivência

Fonte: BeGreen, 2017.

Em suma, o quadro 4 foi elaborado a partir de um texto de lançamento divulgado pela BeGreen (201-). Nele, são apresentados os benefícios da Fazenda Urbana, visando à sustentabilidade.

Quadro 4 – Benefícios da Fazenda Urbana

Aspecto	Benefício
Redução dos custos de logística	Aquisição do produto diretamente do produtor, eliminando a logística da cadeia de suprimento tradicional, que atualmente representa 25% do preço final.
Redução de perdas	Aumento da vida útil das culturas e redução das perdas sofridas pelos cultivos no transporte. Contribuindo para a diminuição significativa do desperdício
Não utilização de agrotóxicos	Segundo o Ministério do Meio Ambiente, há sete anos o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. A não utilização de agrotóxicos evita uma série de impactos ambientais.
Controle inteligente de variáveis	Essas variáveis podem ser: pH, O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , iluminação, condutividade elétrica, umidade e temperatura. Com o controle é possível reduzir os custos de cultivo e aumentar a taxa de produtividade.
Produção aquapônica	Cultivo integrado com peixes e hortaliças, com o objetivo de criar uma produção orgânica e aumentar o aproveitamento de espaço.
Emissão zero de CO <sub>2</sub>	Com a autossuficiência elétrica e ausência de transporte logístico, a BeGreen produz 100% do seu cultivo com zero de emissão de CO <sub>2</sub> .
Qualidade, sabor e frescor do produto	Com o produto colhido diariamente e entregue diretamente ao consumidor, suas características são preservadas deixando-o com mais sabor e frescor.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de BEGREEN, 2017.

Analisando, portanto, o sistema construtivo utilizado para a implantação da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard, e comparando-o com aqueles pesquisados, viu-se que o sistema modular, mais especificamente, o Laminar desenvolvido pela Ecotelhado, é o que mais se assemelha àquele desenvolvido no objeto deste estudo de caso. As principais semelhanças entre os sistemas são: sistema modular pré-fabricado; sistema hidropônico, com irrigação diretamente na raiz, por capilaridade; captação, armazenamento e reutilização de água; substrato desnecessário ou apenas para suporte da vegetação; e, possibilidade de integração com sistema de placas solares para economia de energia elétrica.

Com isso, o quadro 5 apresenta os aspectos sociais, ambientais e econômicos analisados no Capítulo 5 Benefícios e Desafios, fazendo-se um comparativo entre

aqueles que são aplicáveis à cobertura verde e a Fazenda Urbana BeGreen Boulevard.

Quadro 5 – Aspectos da Cobertura Verde *Versus* da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard

Aspecto	Cobertura Verde	Fazenda Urbana
Estética	Sim	Sim
Isolamento térmico e acústico	Sim	Sim, caso implantado sobre telhado
Regulação da temperatura	Sim	Sim
Melhoria da qualidade de vida	Sim	Sim
Melhoria da qualidade do ar	Sim	Sim
Redução da velocidade de escoamento da água pluvial	Sim	Sim
Melhoria da qualidade da água pluvial	Sim	Sim
Produção de O <sub>2</sub> e captura de CO <sub>2</sub>	Sim	Sim
Reforço do ecossistema	Sim	Não, devido à estufa que controla o acesso externo
Proteção contra incêndios	Sim	Sim
Análise de carga	Sim	Sim, caso implantado sobre telhado
Necessidade de manutenção regular	Sim	Sim
Redução do consumo de energia elétrica	Sim	Sim, quando associado a fontes de energia renovável ou caso implantado sobre telhado
Aumento do custo de implantação	Sim	Sim
Aumento da vida útil do telhado	Sim	Sim, caso implantado sobre telhado
Possibilidade de geração de emprego e renda	Sim	Sim

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Depois de uma longa espera consegui, finalmente, plantar o meu jardim. Tive de esperar muito tempo porque jardins precisam de terra para existir. Mas a terra eu não tinha. De meu, eu só tinha o sonho [...] Um dia o inesperado aconteceu. O meu sonho fez amor com a terra e o jardim nasceu.”

(Rubem Alves)

A presente monografia visou conhecer a cobertura verde, avaliar se ela pode ser considerada instrumento sustentável e realizar estudo de caso junto à Fazenda Urbana BeGreen Boulevard. Buscou, também, pesquisar os princípios da construção sustentável, o contexto histórico e as políticas públicas que tratam do assunto, além de verificar os métodos utilizados para a implantação das coberturas verdes, assim como seus benefícios e desafios.

Para tanto, constatou-se que a tecnologia pode ser viável ambiental, social e economicamente. No entanto, sua implantação exige a adoção de cuidados adequados com relação à impermeabilização, drenagem, isolamento térmico e acústico, sistema de proteção para as raízes e substrato para a nutrição da vegetação.

Além disso, deve-se calcular e dimensionar o sistema para que ele tenha a capacidade de suportar a estrutura. Por isso, antes da implantação da cobertura verde, é importante reforçar a necessidade da contratação de profissional especializado para efetuar os devidos cálculos estruturais, sugerir o melhor sistema indicado para cada situação e verificar o tipo de vegetação adequada para a realidade local. Entretanto, acredita-se que os benefícios estéticos e de conforto térmico e acústico, além das demais vantagens, sejam predominantes a esses desafios.

Com a urbanização crescente, atualmente os grandes centros urbanos possuem, cada vez menos, espaços de convivência social. As coberturas verdes ampliam essas áreas por meio do cultivo de vegetação em regiões outrora inutilizadas, como é o caso da Fazenda Urbana BeGreen Boulevard. A área, antes obsoleta do *shopping* foi transformada em espaço de cultivo e convivência, onde as pessoas têm a oportunidade de conhecer a produção do alimento, adquirir produtos frescos, livres de agrotóxicos e, ainda, gerando emprego e renda.

Analisando, portanto, o objeto deste estudo de caso, entende-se que Fazenda Urbana BeGreen Boulevard atende aos princípios da sustentabilidade. Embora apresente algumas particularidades que a distingam das coberturas verdes convencionais, a intenção de cultivar alimentos sem a utilização de agrotóxicos e comprometida com a sustentabilidade reforça a tendência de reaproximação do ser humano com as áreas verdes e com o alimento.

É de conhecimento que o desenvolvimento é essencial para que a sociedade possa manter o estilo de vida atual, enquanto profissionais da área, engenheiros e arquitetos devem instituir projetos que integrem as questões sociais, ambientais e econômicas. E ainda, faz-se necessário o avanço na instituição de leis e estratégias para incentivo à adoção das coberturas verdes.

Finalmente, comparando-se os princípios da sustentabilidade com a realidade atual da construção civil, percebe-se a necessidade de mudanças quanto aos métodos construtivos e na cultura de utilização e manutenção dos edifícios. Esse é o desafio da construção sustentável, termo que vem tornando-se cada vez mais conhecido e indispensável. Reafirmando, portanto, que a cobertura verde é um importante instrumento sustentável, pode ser implantado em qualquer localidade do Brasil, mas precisa ser mais difundido no país.

## REFERÊNCIAS

AECWEB – Portal Arquitetura, Engenharia e Construção. **Os verdadeiros impactos da construção civil**. [201-]. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil\\_2256\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2256_10_0). Acesso em: 17 abr. 2017.

ARANHA, Kaline Cunha; RANGEL, Ana Celecina Lucena da Costa; SILVA, Maria Cristina Basílio Crispim da. **Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: Sistema Eletrônico de Revistas. v. 35, dez. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 11p.

ATLAS TOUR. **Photo Gallery**. [200-]. Disponível em: [http://www.atlastours.net/iraq/hanging\\_gardens\\_ruins.jpg](http://www.atlastours.net/iraq/hanging_gardens_ruins.jpg). Acesso em: 08 jun. 2017.

BEGREEN. **Startup brasileira BeGreen transforma terraço de shopping em primeira fazenda urbana da América Latina**. [2017]. Disponível em: <http://www.begreen.farm/>. Acesso em: 25 abr. 2017.

BENFIELD, Kaid. **Toronto's leadership for green roofs**. abr. 2012. Disponível em: <http://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/torontos-leadershipgreen-roofs/39998/>. Acesso em 09 fev. 2017.

BEZERRA, Eudes. **Os jardins suspensos da Babilônia**. set. 2013. Disponível em: <http://www.museudeimagens.com.br/jardins-suspensos-babilonia/>. Acesso em: 06 fev. 2017.

BONI, Felipe. **Telhado verde: uma opção sustentável?**. Curitiba: 2030Studio, fev. 2015. Disponível em: <http://2030studio.com/telhado-verde-uma-opcao-sustentavel/>. Acesso em: 20 abr. 2017.

BOULEVARD SHOPPING. **História**. [201-]. Disponível em: [http://boulevardshopping.com.br/pt\\_br/conteudo/historia.htm](http://boulevardshopping.com.br/pt_br/conteudo/historia.htm). Acesso em: 12 maio. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, 1986. 164 p.

BRUNDTLAND, Gro. Harlem. **Our common future**: the world commission on environment and development. Oxford: Oxford University, 1987.

BURKE, Bill; KEELER, Marian. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CAMPINAS (SP). Resolução municipal 128 de 28 de novembro de 2013. Diário Oficial Municipal, Campinas, 2013.

CANOAS (RS). Lei 5.840 de 27 de maio de 2014. Dispõe sobre a criação de telhados verdes e seus critérios técnicos especificados nesta lei e dá outras providências. Canoas, 2014.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1962.

CATALISA, Rede de Cooperação para a Sustentabilidade. **O conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável**. [2011]. Disponível em: <http://www.catalisa.org.br/recursos/textoteca/30>. Acesso em: 03 fev. 2017.

CENTER FOR CLEAN AIR POLICY. **What does climate resilience look like?**. 2012. Disponível em: <http://ccap.org/what-does-climate-resilience-look-like/>. Acesso em: 09 maio. 2017.

CHICAGO, City of. **City Hall's rooftop garden**. [200-]. Disponível em: [https://www.cityofchicago.org/city/en/depts/dgs/supp\\_info/city\\_hall\\_green\\_roof.html](https://www.cityofchicago.org/city/en/depts/dgs/supp_info/city_hall_green_roof.html). Acesso em: 09 maio. 2017.

CONRADO PAISAGISMO. **Evolução do jardim: da pré-história ao renascimento**. [2014]. Disponível em: <http://conradopaisagismo.com.br/index.php/evolucao-do-jardim-da-pre-historia-ao-renascimento/>. Acesso em: 08 maio. 2017.

CORSINI, Rodnei. **Telhado verde: Cobertura de edificações com vegetação requer sistema preparado para receber as plantas**. Revista PINI, 2011. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verdecobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>. Acesso em: 04 abr. 2017.

COSTA, Sofia. **A jornada da Urban Farmers Box no Brasil**. dez. 2016 Disponível em: <http://www.swissnexbrazil.org/blog-2/a-jornada-da-urban-farmers-box-no-brasil/>. Acesso em: 12 jun. 2016.

CURUCACA, Hotel Brasil. **Galeria de fotos**. 200-. Disponível em: <https://www.curucaca.com.br/galeria-defotos?lightbox= dataltem-izde2zic>. Acesso em: 25 maio. 2017.

DINIZ, Ana Carolina; VANINI, Eduardo. **Consultoria lista profissões que devem sumir do mapa em 2025 e também enumera as que estarão em alta até lá**. Rio de Janeiro: O Globo. set. 2016. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/consultoria-lista-profissoes-que-devem-sumir-do-mapa-em-202520132143#ixzz4KiACwGpb>. Acesso em: 29 maio. 2017.

DURAN, Sergi Costa. **A casa ecológica: ideias práticas para um lar ecológico e saudável**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2011.

DÜRR, A. **Dachbegrünung**. Wiesbaden: Bauverlag, 1995 apud MINKE, Gernot. **Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos**. Montevideo: Editorial Fin de Siglo, 2004.

ECOTELHADO. **A evolução do telhado verde.** [201-]. Disponível em: <https://ecotelhado.com/produto/>. Acesso em: 6 abr. 2017.

EMAP SOLAR. **Postes Fotovoltaicos.** [201-]. Disponível em: [http://emapsolar.com.br/?page\\_id=3479#postes](http://emapsolar.com.br/?page_id=3479#postes). Acesso em: 20 jun. 2017.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Integrar criação de peixes com hortaliças economiza 90% de água e elimina químicos.** abr. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2767622/integrar-criacao-de-peixes-com-hortalicas-economiza-90-de-agua-e-elimina-quimicos>. Acesso em: 12 maio.2017.

EM DISCUSSÃO: Revista de audiências públicas do Senado Federal. Brasília: SEEP. v. 3, n.11, jun. 2012. 58 p.

FRANÇA, Poliana Miranda; FRANÇA, Tamiris Miranda; FREITAS, Antônio Henrique Correa de. **Construção sustentável: benefícios e desafios.** Revista Pensar Engenharia. Belo Horizonte: v.3, n.1, jan. 2015. Disponível em: <http://revistapensar.com.br/engenharia/artigo/no=a149.pdf>. Acesso em: 03. fev. 2017.

GARCIA, Felipe B. **Surgimento da Sustentabilidade.** out. 2009. Disponível em: [http://sustentabilidades.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5&Itemid=37](http://sustentabilidades.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=37). Acesso em: 19 abr. 2017.

GATTO, Christiane Merhy. **Coberturas verdes: a importância da estrutura e da impermeabilização utilizada.** 2012. 161f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

GERTIS, K; WOLFSEHER, U. **Veränderungen des thermischen mikroklimas durch bebauung.** Gesundheit-ingenieur, 1977 apud MINKE, Gernot. **Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos.** Montevideo: Editorial Fin de Siglo, 2004.

GIBSON, Candace. **Os Jardins suspensos da babilônia.** [2014]. Disponível em: <http://pessoas.hsw.uol.com.br/sete-maravilhas-do-mundo-antigo2.htm>. Acesso em: 03 fev. 2017.

GINEGAR POLISACK. **Soluções tecnológicas: filmes plásticos para a cobertura de estufas.** [201-]. Disponível em: <http://www.polysack.com.br/produtos>. Acesso em: 19 maio. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Minas Gerais: Belo Horizonte. jul. 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=310620&search=minas-gerais|belo-horizonte>. Acesso em: 11 maio. 2017.

IGRA, International Green Roof Association. **Green roof types.** [201-]. Disponível em: [http://www.igra-world.com/types\\_of\\_green\\_roofs/index.php](http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php). Acesso em: 31 mar. 2017.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. [200-]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em 17 maio. 2017.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Mapa da seca**. 2017. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/secas/>. Acesso em: 03. maio. 2017.

JOURDA, Françoise-Hélène. **Pequeno manual do projeto sustentável**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2012.

LIPTAN, Tom; STRECKER, Eric. Ecoroofs (greenroofs): a more sustainable infrastructure. In: NATIONAL CONFERENCE ON URBAN STORM WATER: ENHANCING PROGRAMS AT THE LOCAL LEVEL, 2003, Chicago. **Proceedings**. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency, 2003. p. 198-214.

LUCCA, Città di. **Le mura di Lucca: Torre Guinigi**. [200-]. Disponível em: <http://www.lemuradilucca.it/torri/torre-guinigi>. Acesso em: 8 maio. 2017.

LUCCA IN TUSCANY. **Torre Guinigi**. 2012. Disponível em: <https://luccaintuscany.wordpress.com/2012/06/05/torre-guinigi/>. Acesso em: 08 maio. 2017.

MINAS INOVA. **Fazendas urbanas em topo de prédio: tendência mundial**. out. 2015. Disponível em: <http://minasinova.com.br/fazendas-urbanas-topo-predios-saotendencia-mundial/>. Acesso em: 09. jun. 2017.

MINKE, Gernot. **Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos**. Montevideo: Editorial Fin de Siglo, 2004.

MUSEU DE IMAGENS. **Jardins suspensos da babilônia**. [200-] Disponível em: <http://www.museudeimagens.com.br/jardinssuspensos babilonia/>. Acesso em: 06 fev. 2017

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi; PRIMAVESI, Odo. **Por que manter árvores na área urbana**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. jun. 2009. Disponível em: [http://www.ufscar.br/~hympar/arquivos/EMBRAPA\\_Documentos89.pdf](http://www.ufscar.br/~hympar/arquivos/EMBRAPA_Documentos89.pdf). Acesso em: 22 maio. 2017.

OLIVEIRA, Carine Nath de. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. 2009. 198f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

OMNIFLOW. **OMNILED: an autonomous smart energy platform powered by an omnidirectional wind turbine and high efficiency solar cells for advanced applications in IoT for urban or remote locations**. [201-]. Disponível em: <https://www.omniflow.pt/>. Acesso em: 20 jun. 2017.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Declaração da conferência da ONU no ambiente humano**. [200-]. Disponível em: [www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/estocolmo.doc](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/estocolmo.doc). Acesso em: 19 abr. 2017.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Documentos de referência para a Rio+20**. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/documentos/>. Acesso em: 06 fev. 2017.

O TEMPO. **BH agora tem fazenda urbana**: Instalado no Boulevard Shopping, espaço vai vender hortaliças colhidas na hora, sem agrotóxicos. 2017. Disponível em: <http://www.otempo.com.br/cidades/bh-agora-tem-fazenda-urbana-1.1472446>. Acesso em: 15 maio. 2017.

PLESSIS, Chrisna du. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries**: a discussion document. Pretoria: CSIR Building and Construction Technology, 2002.

PLIESSING, Alfredo Francisco. **Fotossíntese**. 2009. Disponível em: [http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar\\_aula&aula=1668&secao=espaco&request\\_locale=es](http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar_aula&aula=1668&secao=espaco&request_locale=es). Acesso em 10 ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **BH 100 anos**: uma lição de história. [200-]. Disponível em: [http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=historia&tax=11794&lang=pt\\_BR&pg=5780&taxp=0&](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=historia&tax=11794&lang=pt_BR&pg=5780&taxp=0&). Acesso em: 11 maio. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **O inventário das árvores de Belo Horizonte**. 2015. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/noticia.do?evento=portlet&pAc=not&idConteudo=212577&pIdPlc=&app=salanoticias>. Acesso em: 3 ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Parque municipal completa 117 anos**. 2014. Disponível em: <http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/noticia.do?evento=portlet&pAc=not&idConteudo=174036&pIdPlc=&app=salanoticias>. Acesso em: 3 ago. 2017.

ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS-REES, Stephanie. **Ecohouse**: A casa ambientalmente sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ROCHA, Sérgio. **Pelas barbas de Júpiter**: ou como um imperador romano criou a primeira lei para telhados verdes da história. Instituto Cidade Jardim. jul. 2016. Disponível em: <http://institutocidadejardim.com.br/2016/07/22/pelas-barbas-de-jupiter-ou-como-um-imperador-romano-criou-a-primeira-lei-para-telhados-verdes-da-historia/>. Acesso em: 08 fev. 2017.

ROCHA, Sérgio. **Telhados verdes**: da pré-história ao velho oeste americano. Instituto Cidade Jardim. [201-]. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/valghislain10/telhados-verdes-da-pr-histria-ao-velho-oestecompressed>. Acesso em: 18 maio. 2017.

ROCHA, Sérgio. **Telhados verdes**: habitats para a biodiversidade urbana. Instituto Cidade Jardim. maio. 2015. Disponível em: <https://institutocidadejardim.com.br/2017/05/01/telhados-verdes-habitats-para-a-biodiversidade-urbana/>. Acesso em: 18 maio. 2017.

ROLA, Sylvia Meimaridou. **A natureza como ferramenta para a sustentabilidade de cidades**: estudo da capacidade do sistema de maturação em filtra água de chuva. 2008. 222f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SÃO PAULO (SP). Lei 16.277 de 5 de outubro de 2015. Dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do telhado verde nos locais que especifica e dá outras providências. Secretaria do Governo Municipal, São Paulo, 2015.

SAVI, Adriane Cordon. **Telhados verdes**: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura. 2012. 128f. Monografia (Especialização) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Minha empresa sustentável**: construção civil. Cuiabá: 2016.

SHAN, Viviane Li Xiao Shan. **Naturação em jardins terapêuticos no contexto socioambiental de unidades hospitalares**. 2015. 74f. Monografia (Graduação) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, Lucia Sousa; TRAVASSOS, Luciana. **Problemas ambientais urbanos**: desafios para elaboração de políticas públicas integradas. São Paulo: Cadernos Metrôlope. n. 19, 2008. p. 27-47. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/issue/view/597/showToc>. Acesso em: 4 abr. 2017.

SINDUSCON-RS. **Guia de sustentabilidade na construção civil no Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul: 2013.

SKYGARDEN, Envec. 2015. **Telhados verdes**. Disponível em: <http://www.skygarden.com.br/index.php/telhados-verdes/fotos>. Acesso em: 07 fev. 2017.

STUDIO CIDADE JARDIM. **Telhado verde: saiba mais**. [201-]. Disponível em: <http://www.studiocidadejardim.com.br/>. Acesso em: 04 maio. 2017.

TAKANO, T; NAKAMURA, K; WATANABE, M. **Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces**. Journal Epidemiol Community Health, Tóquio. p. 913–918. maio. 2002.

TERYSOS, do Brasil. **Plano diretor do Parque Municipal Américo Rennê Giannetti**. 2016. Disponível em: <https://www.terysos.com/pdpmarg>. Acesso em: 10 ago. 2017.

UFG, Universidade Federal de Goiás. **Classificação climática de Köppen-Geiger**. [201-]. Disponível em: [https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica\\_o\\_Clim\\_tica\\_Koppen.pdf](https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica_o_Clim_tica_Koppen.pdf). Acesso em: 17 maio. 2017.



UNIVERSIDAD OF LEICESTER. **Carolingian polyptyques: the capitulare de vilis**. Jan. 2008. Disponível em: <http://www.le.ac.uk/hi/polyptyques/capitulare/site.html>. Acesso em: 07 fev. 2017.

USP, Universidade de São Paulo. **Conceito de sustentabilidade**. São Paulo: Laboratório de Sustentabilidade. [201-]. Disponível em: <http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/conceituacao/>. Acesso em: 25 abr. 2017.

USP, Universidade de São Paulo. **Pilares da sustentabilidade**. [200-]. São Paulo: Laboratório de Sustentabilidade. [201-]. Disponível em: <http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/pilares-da-sustentabilidade/>. Acesso em: 25 abr. 2017.

VENÂNCIO, Heliomar. **Minha casa sustentável: guia para uma construção responsável**. Vila Velha: Edição do Autor, 2010.

WIKIPEDIA, A Enciclopédia Livre. **Região Metropolitana de Belo Horizonte**. 2017. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%A3o\\_Metropolitana\\_de\\_Belo\\_Horizonte](https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%A3o_Metropolitana_de_Belo_Horizonte). Acesso em: 17 maio. 2017.

WILLES, Jorge Alex. **Tecnologias em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema**. 2014. 70f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

WONG, Michael. **Environmental benefits of green roofs**. Singapore: Hitchins Group, 2006.

## **APÊNDICE A – ROTEIRO PARA ENTREVISTA À BEGREEN**

---

### **ESTUDO DE CASO**

---

**Projeto:**

**Entrevistado:**

**Contato:**

**Data:**

**O que é a Fazenda Urbana BeGreen?**

**De onde surgiu a motivação para o projeto?**

**Quais as etapas de implantação do Projeto?**

**Qual a dimensão da área de implantação e principais estruturas de suporte?**

---

---

**Houve algum desafio durante a implantação? Caso positivo, qual (is)?**

**O que está sendo produzido na Fazenda?**

**Qual a capacidade e destino para a produção?**

**Quais os benefícios ambientais, sociais e econômicos de uma Fazenda Urbana?**

**Quais são os objetivos e metas do Projeto?**

---

## APÊNDICE B – ENTREVISTA À BEGREEN

---

### ESTUDO DE CASO

---

**Projeto:** Fazenda Urbana BeGreen Boulevard

**Entrevistado:** Pedro Graziano

**Contato:** pedro@begreen.farm

**Data:** 12/05/2007

#### **O que é a Fazenda Urbana BeGreen?**

Existem diversas interpretações, sendo algumas errôneas. Mas, basicamente a Fazenda Urbana BeGreen Boulevard trata-se de um movimento para reconectar as pessoas com seu alimento e com a origem dele, por meio de uma experiência integrada entre produtos, visitas, parcerias, eventos e educação alimentar.

#### **De onde surgiu a motivação para o projeto?**

BeGreen nasceu há dois anos em uma fazenda na zona rural de Betim, atendendo ao mercado geral. Experimentou custos com logística, contaminação, venda para varejo e mão de obra escassa para trabalho no campo. Viu-se, então, que a cadeia de hortifrúti está acabando no Brasil, os jovens não têm interesse nessa área.

#### **Quais as etapas de implantação do Projeto?**

1. Definição do modelo de negócio.
2. Identificação do escopo.
3. Execução de projeto arquitetônico e de negócios.
4. Verificação da viabilidade econômica.
5. Captação de recursos/investimentos.
6. Implantação.

#### **Qual a dimensão da área de implantação e principais estruturas de suporte?**

Área total de implantação: 3.000 m<sup>2</sup>.

As estruturas de suporte contam com estufa, laboratório para tratamento de água, restaurante, loja e área de convivência.

---

---

**Houve algum desafio durante a implantação? Caso positivo, qual (is)?**

Muitos. Podem ser citados como exemplos a negociação burocrática com redes de *shopping*. Dificuldade com relação às questões legais, devido a inexistência de legislação para Fazendas Urbanas sobre prédios. E imprevistos que toda obra apresenta.

**O que está sendo produzido na Fazenda?**

Hortaliças de folhas como alfaces de diversas variedades, além de rúcula, agrião, salsinha, temperos e ervas. No segundo semestre de 2017 pretende-se cultivar raízes, tubérculos e frutas.

**Qual a capacidade e destino para a produção?**

Atualmente, a capacidade de produção é para 45.000 unidades por mês. Onde, 100% da produção é para destino local, ou seja, é distribuída entre o restaurante, a loja e programa de visitas.

**Quais os benefícios ambientais, sociais e econômicos de uma Fazenda Urbana?**

O detalhe pode ser verificado no *release* de divulgação, mas pode-se citar a redução do desperdício, oportunidade de alimentação saudável e melhoria da qualidade de vida.

**Quais são os objetivos e metas do Projeto?**

Impactar positivamente a experiência daqueles que passam por aqui, por meio da transformação de 1 milhão de pessoas. Além de expandir o projeto a nível global.

---